مسـرد
المصطلحات
العلمية

nature
الطبعة العربية
الدوريـــة الشهـــريـة العـالميـــة للعـــلـوم

انطلاق ثلاثيات الأبعاد

شاشات عرض ثلاثية الأبعاد للأجهزة المحمولة، بدون الحاجة إلى نظارات خاصة صفحة 59



علم المواد

بِنَى جسيمات النانو على طبق جرافين

مصفوفة تتيح القياس الدقيق للبِنْيَة الذَّرِّيَّة للجسيمات النانويّة

صفحة 58

مستقبل النشر

ما وراء الأبحاث

استبدال الدوريّات بالخوارزميّات في تقييم المِنَح الدراسية

صفحة 44

علوم الكون

بلانك يرسم الكون الوليد

تليسكوب فضائي يغربل نظريّات الخَلْق بخريطة ميكروويف فائقة الدقة

صفحة 19

ARABICEDITION.NATURE.COM
مايو 2013 / السنة الأولى / العدد 8
ISSN 977-2314-55003

nature

مايو 2013 / السنة الأولى / العدد 8

فريق التحرير

رئيس التحرير: مجدي سعيد
نائبا رئيس التحرير: د. مازن النجار, كريم الدجوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسن بيومي
محرر: نهى هندي
مساعد التحرير: ياسمين أمين
المدير الفني: محمد عاشور
مستشار التحرير: أ.د. عبد العزيز بن محمد السويلم
مستشار الترجمة: أ.د. علي الشنقيطي
اشترك في هذا العدد: أبو الحجاج بشير، أحمد بركات، أحمد خضر، باتر وردم، تسنيم الرشايدة، حاتم صدقي، رجب سعد، رنا زيتون، رضوان عبد العال، سعيد يس، صديق عمر، طارق حسان، طارق راشد، طارق قابيل، عائشة هيب، عمرو سعد، عمرو شكر، لمياء نايل، ليلى الموسوي، لينا الشهابي، محمد عبد الرؤوف، مصطفى حجازي، ناصر ريحان، نسيبة داود، هدى رضوان، هشام سليمان، هويدا عماد، وائل حمزة، وليد خطاب.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
الناشر في الشرق الأوسط: كارل باز
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية

التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى ويندهام جرانج المحدودة،وست سَسكس، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

تُنشر مجلة "نيتْشَر" ـ وترقيمها الدولي هو (2314-5587) ـ مِن قِبَل مجموعة نيتْشَر للنشر (NPG)، التي تعتبَر قِسمًا من ماكميلان للنشر المحدودة، التي تأسَّست وفقًا لقوانين إنجلترا، وويلز (تحت رقم 00785998). ومكتب ويلز المسَجَّل يقع في طريق برونيل، هاوندميلز، باسينجستوك، إتش إيه إن تي إس، آر جي 21 6 إكس إس. وهي مُسَجَّلة كصحيفة في مكتب البريد البريطاني. أمّا بخصوص الطلبات والاشتراكات، فيُرجَى الاتصال بمكتب دبي. وفيما يتعلق بمَنْح التفويض لعمل نُسخ مصوَّرة للاستخدام الداخلي أو الشخصي، أو الاستخدام الداخلي أو الشخصي لعملاء محَدَّدين، فهذا الأمر يتعلق بموافقة "نيتْشَر" للمكتبات، والكيانات الأخرى المسَجَّلة من خلال مركز إجازة حقوق الطبع والنشر، ومقرّه في 222 روز وود درايف، دانفيرز، ماساشوسيتس 01923، الولايات المتحدة الأمريكية. والرقم الكودي لـ"نيتْشَر" هو: 0028-0836/03، باتفاقية النشر رقم: 40032744. وتُنشَر الطبعة العربية من مجلة "نيتْشَر" شهريًّا. والعلامة التجارية المُسَجَّلة هي (ماكميلان للنشر المحدودة)، 2013. وجميع الحقوق محفوظة.

رسالة رئيس التحرير

عالَم النشر العلمي في طور التغيُّر

مع التطور السريع والمتلاحق لوسائل الإعلام والاتصال الإلكتروني الحديث، يتطور التفاعل الإنساني معها تأثيرًا وتأثرًا. وإذا كان العلم هو صانع تلك التطورات، فإن روح الشغف بالابتكار والتطوير الدائم هي الوقود المحرك للتفاعل مع منتجات هذا العلم. ومن بين تجليات هذا.. ما يحدث من تطورات في عالم النشر والمراجعة والتحكيم للإنتاج العلمي، وهي التطورات التي حظيت باهتمام القائمين على الطبعة الدولية لـ«نيتشر»، من خلال ملف منشور في عدد 28 مارس الماضي، وهو أحد الأعداد التي يتضمنها العدد الثامن من الطبعة العربية التي بين أيديكم. ومما جاء في مقدمة هذا الملف نقتطف ما يلي:

بعد 350 عامًا في عالم الطباعة بطيء الخطى، تَوَجَّه النشرُ العلمي إلى عالَم سريع الخطى على شبكة الإنترنت من الحوسبة السحابية، والتشارك في كل مكان على الشبكة. وكانت النتيجة حقبةً من الهياج، حيث تتحدى الممارسات التي رسخت ممارسات جديدة، وأبرزها: نموذج الوصول المفتوح، الذي يدفع فيه المؤلف رسومَ النشر مقدمًا. ففي شهر فبراير الماضي، أعلنت إدارة الرئيس الأمريكي باراك أوباما أن الأوراق البحثية التي تمولها الحكومة ينبغي أن تتاح بحرية في غضون 12 شهرًا من تاريخ النشر (انظر: «نيتشر» **494**، 414-415؛ 2013). واعتبارًا من 1 أبريل الماضي، طلبت مجالس البحوث في المملكة المتحدة أنْ يكون الوصول إلى نتائج البحوث التي تمولها الحكومة مفتوحًا وقت النشر. وفي هذا العدد الخاص، تستكشف «نيتشر» ذلك المشهد المتغير. وقد اقتطفنا في طبعتنا العربية ـ التي بين أيديكم ـ زهرات من رحلة الاستكشاف هذه، التي قامت بها الطبعة الدولية:

ففي قسم التحقيق الإخباري يأتي موضوع «المكتبات تعيد اكتشاف وظيفتها»، الذي كتبه ريتشارد موناستيرسكي، وقدمه بقوله: «مع اتجاه النشر العلمي نحو الانفتاح والبيانات المتاحة للجميع، تحاول المكتبات والباحثون مواكبة هذه التغييرات». وفي هذا الموضوع يشير إلى تسابق المكتبات الجامعية حول العالم في إعادة اكتشاف دورها؛ من أجل مواكبة التحولات السريعة في المعرفة خلال القرن الواحد والعشرين. ومما لا شك فيه أنها تقوم بوظيفة ممتازة في شراء الكتب وتراخيص الوصول للدوريات العلمية، وإتاحة مساحة للدراسة والتدريب البحثي للطلاب. كما يتزايد دور وأهمية المكتبات في مساعدة المعلمين والأساتذة في تطوير دورات التدريب، وتطبيق التقنيات الجديدة، لكن الكثير من هذا النشاط لا يراه العلماء المتفرغون الذين يستطيعون الآن تصفح المطبوعات العلمية على الإنترنت، دون أن يغادروا مكاتبهم. وأصبحت المكتبات للكثيرين من آثار الماضي، التي لم تعد قادرةً على تلبية احتياجاتهم. وبعد ذلك يسرد كيف أن هذه النظرة السلبية في طور التغير الآن، بسبب استخدام التقنيات الحديثة في تطوير وظائف المكتبات.

أما الموضوع الآخر في هذا الملف، الوارد في قسم التعليقات، الذي يحمل عنوان: «ما وراء الأبحاث»، والذي كتبه جيسون برييم، وأشار في مقدمته إلى أنه «يجري حاليًا إحلال النظم الحسابية (الخوارزميّات) ـ التي تعمل على غربلة وتقييم وتوزيع الإنتاج العلمي فور الانتهاء منه ـ محلّ الدوريّات والمقالات». وأشار في مقاله هذا إلى أنه على مدى السنوات العشر القادمة، سيقدّم ما نشاهده عبر النوافذ المفتوحة للشبكة العنكبوتية معلومات غزيرة للمرشحات القوية على الإنترنت ـ التي تسهم في تقييم الإنتاج العلمي ـ وستعمل هذه على الاستخلاص الحسابي لأحكام المجتمعات العلمية المؤثِّرة؛ لتحلّ محلّ أنظمة التحكيم العلمي والدوريّات العلمية التقليدية.

أما قسم «كتب وفنون»، فيضم حوارًا أُجري في إطار الملف نفسه مع روبرت دارنتون، الذي يترأس أكبر تجمُّع للمنشورات الأكاديمية في العالم.. إنه نظام المكتبات في جامعة هارفارد. وله الفضل في الدفع باتجاه إنشاء "المكتبة الرقمية العامة الأمريكية" الجديدة. وجاء حواره مع «نيتشر» حول مشروع «جوجل» للنشر المفتوح وما حدث فيه، وكذلك الدوريّات العلمية، والجدل حول إتاحة الوصول إلى محتوياتها.

أما قسم «المهن العلمية»، فيتناول فيه ستيفن بينكوك تحت عنوان: «الانفتاح على الإمكانيات المتاحة» تداعيات مبدأ (الوصول المفتوح) على كلٍّ من تكلفة النشر، ومكانة الدوريّة العلميّة، والتداعيات المهنية.

في وسط هذه الموجة من التحوُّلات الكبرى في عالم النشر العلمي، لا بد أن تثور التساؤلات التالية: هل ما زال النشر العلمي العربي في عصر الدوريّات الورقية؟ وما هو مستوى جودة البحوث والدوريّات العلمية العربية؟ ومتى تصل إلى المستويات العالمية؟ ومتى يدخل الباحثون والدوريّات العلمية العربية إلى عالَم النشر الإلكتروني المُحَكَّم؟ ومتى يصبح الباحثون ـ والدوريّات كذلك ـ جزءًا من الجدل العلمي العالمي؟ أسئلة.. نتمنى أن تكون الإجابة عليها بالأفعال، بدلًا من الأقوال.

رئيس التحرير
مجدى سعيد

المحتويات

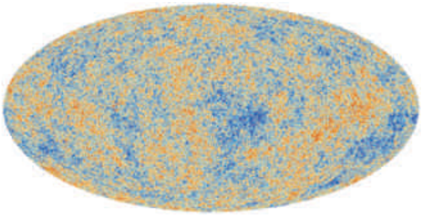
مايو 2013 / السنة الأولى / العدد 8

هــذا الشــهـــر

مهن علمية

أحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: www.naturejobs.com

أخبــار فى دائرة الضـوء





أبحاث طويلة المدى

أطول التجارب العلمية في العالم

تُذكِّرنا التجارب العلمية الطويلة بأن العِلْم ماراثون طويل، وليس سباقًا قصيرًا سريعًا.. صفحة 34

تعليقات

المحتويات

مايو 2013 / السنة الأولى / العدد 8

أبحـــاث



الصحّة العالميّة

فيروس نقص المناعة البشرية

أحدثَ العلاج المضاد للفيروسات ثورةً في مقاومة وباء فيروس نقص المناعة البشرية. صفحة 55



على الغلاف

أبعــاد ثلاثيّــة بـــدون نظارات

إنّ تقنية العرض ثلاثية الأبعاد بدون الحاجة إلى نظارات ـ التي ابتُكرت مؤخرًا ـ قد تكون بديلاً جذابًا للحلول الحالية للأجهزة المحمولة. وتستخدم هذه التقنية تأثيرًا بصريًّا معروفًا لدى طلاب الفيزياء بالمدارس.

صفحة 59

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــذا الشهــر



الترحيب باتفاقية «سايتس»

يجب تعزيز النجاحات التي انتهى إليها اجتماع منتصف مارس الماضي حول معاهدة التجارة بالأحياء البريّة؛ وذلك بتطبيقها على أرض الواقع.

تَبَيَّنَ بَعْد جمع التصويتات النهائية في المؤتمر السادس عشر للدول الأطراف في اتفاقية التجارة الدوليّة المتعلقة بالأنواع المهدَّدة بالانقراض من الحيوانات والنباتات البرية ‹‹سايتس›› CITES، أنّ هناك أمرًا لافتًا للنظر قد حدث.

فقد أسهمت القرارات التمهيدية المطروحة ـ في بداية الاجتماع الذي عُقد في بانكوك في الفترة من 3 إلى 14 مارس ـ في تعزيز الحماية المقدَّمة لعدد كبير من أنواع الكائنات الحية، ومنحت علماء النبات والحيوان آمالًا متحفِّظَة في هذا السياق. وجاء التصويت النهائي الذي قدّمه ممثلو الدول المشاركة في هذه المعاهدة ـ التي بلغ عددها 170 دولة ـ بالموافقة الرسميّة على هذه القرارات، وإرسالها بابتسامات عريضة إلى الباحثين والمختصِّين في مجال الحفاظ على الموارد الطبيعة.

والحقيقة أنّ هذا المؤتمر يستحق كل التقدير والثناء على التشريعات والتدابير الجديدة التي سَنَّها في سبيل حماية الحيوانات، التي تضمّنت إدراجَ بعض أنواع سمك القرش والشفانين في الملحق الثاني من الاتفاقية، المعنيّ بتنظيم الإتجار بالحيوانات التي تراجعت أعدادها إلى مستويات حرجة، لكنّها غير مهدَّدة بالانقراض في الوقت الراهن.

ووسط ترحيب حار ومتأخِّر، سيبدأ مندوبو ‹‹سايتس›› بالقيام بمهامهم المُنَغِّصة، التي تستهدف أصحاب المصالح الاقتصادية، الذين يقفون دومًا في وجه القيود والتشريعات. وتتمثّل هذه المهام في التحرّك السريع لحماية عدد من أصناف الكائنات البحريّة ذات الأهميّة التجارية، وإضافة عدد من أنواع أشجار الغابات الاستوائية إلى الملحق الثاني؛ لِمَا تحمله أخشابها من قيمة تجارية.

وقد تمّ التشديد على الاتفاقيات الرئيسة التي تُعنى بتجارة عاج الفيلة، وطرح الحاجة المُلِحَّة لتخصيص حملات تتمحور حول فكرة الحد من الطلب على منتجات هذه الكائنات الحية. ويبدو أنها هي الطريقة المثلى - وربما الوحيدة - للحفاظ على مجتمع الفيلة على المدى الطويل، حسب ما قاله الباحثون في مجال التجارة غيرالمشروعة، التي يتم فيها الحصول على العاج من الصيد غيرالمشروع في أفريقيا؛ ليعاد بيعه لعدد من الدول، كالصين، وتايلاند. ويبدو أنّ هناك علامات مُبَشِّرَة حول ازدياد الوعي العام لدى الشعب الصيني تجاه خطورة الاستمرار في صيد الفيلة، متمثلةً في إحدى حملات التوعية التي قام بريادتها أحد أكبر مشاهير الصين، وهو نجم كرة السلة ياو مِنج. ولاقَتْ حملاتٌ مماثلةٌ أُقيمت للحد من تجارة زعانف سمك القرش ـ التي تُقَدَّم كوجبة شهية في بعض الدول الآسيوية المُتَّهَمَة بالتسبُّب في انخفاض عدد سمك القرش ـ قبولًا لدى الجماهير.

وقد حَقَّق اجتماع ‹‹سايتس›› نجاحًا باهرًا في تضييق الخناق على تجارة العاج، من خلال زيادة الفحوص الشرعيّة للعاج الذي يتمّ ضبطه ومصادرته، وللأنياب التي يتمّ تخزينها في عدد من الدول الأفريقية. إنّ فحوص الحمض النووي سوف تسهم بشكل فعّال في توفير المعلومات اللازمة حول التجارة غيرالمشروعة، وتفتح سُبُلًا جديدة لمكافحتها (انظر: *Nature* **494**, 411-412; 2013). كما أنها دليلٌ على الجهد المبذول في مواجهة تلك المشكلة. لقد أوجدت ‹‹سايتس›› دليلها المتين الذي ترتكز عليه من خلال المشاريع التي تقوم بها، كمراقبة قَتْل الفيلة غير المشروع، ونظام معلومات تجارة الفيلة. وقد ساعدها في توجيه الاهتمام العالمي نحو الأزمة المُستفحِلَة المتعلِّقة بقتل الفيلة.

تحمل هذه النجاحات في طيّاتها دروسًا كثيرة.. فالتقارير العلمية الرائجة التي تُعنى بالأخطار المُحدِقة بالفيلة، وسمك القرش، وأنواعٍ أخرى من الكائنات الحية ساعدت في قلب موازين السياسة لصالح القوانين والتشريعات. وتَستحق المنظمات غير الحكومية كل التقدير والثقة؛ لِلَفْتِها انتباه الساسة نحو المخاطر المحيطة بعدد من الكائنات، وإنذارهم بها.

من المهم ألّا يجرفنا المدحُ بعيدًا.. فقد كان هناك عدد من الأمور المخيِّبة للآمال بالاتفاقية، منها: الفشل في إيقاف تجارة الدببة القطبية وأعضائها، ورفض مطالب بعض مختصِّي حماية البيئة باتخاذ إجراءات أكثر حزمًا؛ من أجل تضييق الخناق على الصيد غير المشروعِ للفيلة ووحيد القرن، وذلك بتطبيق عقوبات على مَنْ يتاجر بها. وبالرغم من هذا كله، فإنّ الطابع العام الذي ساد أجواء ما بعد الاجتماع تَمَيَّز بالبهجة.

ينبغي الآن أن تُطرح بعض التساؤلات التي تتعلّق بالدور المستقبلي الذي ستلعبه اتفاقية ‹‹سايتس›› في حماية الأحياء البحرية. فإذا أرادت السعي قُدُمًا في هذا الميدان، فإنّ عليها ممارسة الضغوط على هيئات تنظيم صيد السمك المتخصصة، التي تَعَرَّض عددٌ منها للانتقاد، بسبب موافقتهم للصيادين على الصيد الجائر لعدد من أنواع السمك، كسمك التونة. ويتوجّب على هذه الهيئات تسوية أمورها، وحل مشكلاتها في غضون ثلاثة أعوامٍ، قُبيل انعقاد مؤتمر اتفاقية ‹‹سايتس›› القادم، وإلاّ ستقوم الاتفاقية بذلك. إنّ تاريخ هذا المؤتمر لا يخلو من الهفوات والزّلات، فقد فشل في حماية سمك التونة في عام 2010، وتم تفادي الخوض في هذا الموضوع خلال الاجتماع الأخير).

«يبدو أن مندوبي ‹‹سايتس›› قد لاقوا ترحيبًا للبدء بمهامهم المُنَغِّصة، التي تستهدف أصحاب النفوذ الاقتصادي».

إنّ القرارات التي تمّ تشريعها في منتصف مارس الماضي لن تكون قادرة ـ في حد ذاتها ـ على حماية أي حيوان أو نبات، فهي بحاجة إلى المراقبة والإشراف المناسبين إلى جانبها. ولاستكمال المسيرة، اعتمادًا على النجاحات التي حققها الاجتماع، يتوجّب على المموِّلين توفير دعمٍ ماديّ ثابت؛ لمواصلة الدراسات والأبحاث المتعلقة بفوائد أنواع الكائنات الحية المختلفة، التي تستظل بحماية اتفاقية ‹‹سايتس››، والكائنات التي لم تستظل بها بعد.

لقد خطت اتفاقية ‹‹سايتس›› خطوة عظيمة في اجتماعها الذي انعقد في منتصف مارس الماضي. ويجب أن يلهم نجاحها هذا الكثيرين الذين يسعون جاهدين لرسم سياسات وخطط تعتمد على الأدلة والبراهين. أمّا النقطة الأخيرة في هذا السياق، ولعلها الأكثر أهميةً، فهي أنّ اتفاقية ‹‹سايتس›› أثبتت أنّ الاجتماعات الدوليّة التي تحتشد بالممثلين والأجندات المتنافرة ليست مجرد أماكن للجدل والنقاش العقيم. ■

مبادرة لضبط قواعد النشر

تقدم التكنولوجيا كيفية استخدام العلماء للمعلومات، وتناقلها بينهم، ولكنْ هناك ضوابط هي التي تحدد الشكل النهائي لهذه العملية.

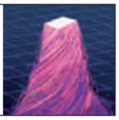
انتشرت في الآونة الأخيرة كلمتا «التكنولوجيا»، و«الثورة» في المنشورات العلميّة. وتقوم «نيتشر» هنا بتقديم سلسلة خاصة من المقالات التي تهدف إلى استكشاف معالم هذه الصناعة المتغيرة. لكن، ما بين موقف الأوائل مِمَّن تَبَنَّوا التكنولوجيا الرقمية في بداياتها؛ أملاً في المزيد من الحرية، وما بين مواقف الناشرين الذين يراقبون الوضع بقلق، ما هو موقف الباحثين من كل هذا؟ هل سيفاجئك ـ عزيزي القارئ ـ أن تعرف مثلاً أن أكثر من ثلث الأكاديميين في حقل الكيمياء لا يوافقون على الرأي الذي يقول:"يجب أن تُنشَر كل الأوراق البحثية، ويجب أنْ يكون الوصول إليها متاحًا"؟

إن التحول في طريقة نشر البحوث هو حرب استنزاف، أكثر منه حركة ثورية. ففي عام 2001، نشرت مجلة «نيتشر» سلسلة من وجهات النظر حول مستقبل «الوصول الإلكتروني إلى الأبحاث العلمية الأساسية»، انظر: (go.nature.com/pezj84).

تبدو هذه الآراء والمواقف في يومنا هذا مألوفة بشكل يدعو إلى العجب. ففيما مضى، دعا مؤسسو مبادرة المكتبة العامة للعلوم (التي كانت تُدعى من قبل PLS، وأعيدت تسميتها الآن إلى PLoS) إلى حفظ نتائج البحوث في مستودعات مركزية مجانية على النت. وقد تَغَنَّى محبُّو التكنولوجيا بمحاسن البحث السهل، واسترجاع المعلومات الموجودة في المنشورات، على

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

اختلاف أشكالها، التي لا تقف عند حدود المقالات في المجلات والمطبوعات التقليدية المتعارف عليها، إلا أنهم نبّهوا إلى ضرورة وجود معايير مشتركة.. بينما لفت الناشرون الأنظار لسؤال يتعلق بمَنْ سيقوم بتمويل نشر هذا المد المتزايد من المعلومات، وتساءلوا: مِنْ أين ستأتي مصادر الأرباح؟.



مستقبل النشر
عدد خاص من "نيتشر"
nature.com/scipublishing

كان هناك صوتٌ غائب عن هذا الجدال، وهو صوتك أنت. فبعد مُضِيّ أكثر من عقد كامل، ما زال ناشر هذه المجلة ـ مجموعة نيتشر للنشر (NPG) ـ يحاول إصلاح هذا النقص، عن طريق إجراء مسح لأكثر من 23 ألف عالِم؛ لمعرفة تجربتهم وآرائهم في النشر الذي يمكن للجميع الوصول إليه. إن السؤال الرئيس ليس ما كان يمكن أن يختاره العلماء، وإنما ما هو الذي يريدونه. تشير نتائج هذا المسح ـ التي تنوي مجموعة «نيتشر» للنشر الإعلان عنها قريبًا ـ إلى أن علماء كثيرين لم يحسموا قرارهم بعد بخصوص آرائهم في النشر المفتوح، ومشاركة المعلومات، اللذين يوفِّرهما الإنترنت، أو بخصوص ما إذا كانوا يريدون نشر أبحاثهم بشكل مفتوح.

وثمة نتيجة من النتائج التي تلفت النظر بشكل خاص، وهي مدى تنوع التجارب والمواقف على اختلاف المجالات والاختصاصات. ففي البيولوجيا مثلًا، نجد أن ما يزيد على 17% من الأوراق البحثية التي نُشرت خلال السنوات الثلاث الأخيرة تم نشرها على الفور بشكل مجاني يتيح للجميع قراءتها، وذلك عبر الدفع سلفًا للناشر، كما أن أكثر من نصف العلماء البيولوجيين ـ الذين تم إدراجهم في المسح ـ قالوا إنهم نشروا ـ على الأقل ـ ورقة بحثية بهذه الطريقة. أما في مجال الكيمياء، فإن نسبة الأوراق البحثية كانت 4%، كما قام أقل من رُبْع علماء الكيمياء بنشر ورقة بحثية واحدة ـ على الأقل ـ بطريقة النشر المفتوح. وأعرب أكثر من نصف البيولوجيين عن إحساسهم بأنه «يجب نشر كل الأوراق البحثية بشكل مفتوح»، بينما وافق على هذا أقل من ثلث علماء الكيمياء (أما الثلث الباقي من الكيميائيين، فلم يوافق، ولم يعترض في الوقت ذاته).

كما أن العلماء يملكون آراء مختلفة وغير متسقة بخصوص مدى انفتاح واتساع نشر المعلومات، وتقاسُمها، واسترجاعها. وفي المسح الذي أجرته مجموعة نيتشر للنشر شعر 45٪ بأنه يجب نشر كل الأوراق البحثية بطريقة النشر المفتوح، بينما أراد 22٪ فقط السماح بإعادة استعمال المقالات لأغراض تجارية. وثمة مسح مختلف الصياغة، أجرته تايلور آند فرانسيس على 14500 أكاديمي (موزَّعين بين العلوم، والفنون، والعلوم الإنسانية)؛ وتم رصد حالة الانقسام نفسها: 40% وافقوا بشدة، أو وافقوا على أن يُتاح لهم «إعادة استخدام أعمالهم بأيّ شكلٍ كان»، بينما قال 18% إنه لا مانع لديهم من أنْ يتم استخدام أعمالهم بهدف الربح التجاري. (W.Frass, J.Cross and V.Gardner *Open Access Survey* Taylor & Francis, 2013)

هذه الأرقام لا تدلّ على آراء عميقة ومدروسة، وإنما تدل ـ على الأغلب ـ على عدم فَهْم تام، فعلى سبيل المثال.. عندما سألت مجموعة نيتشر للنشر العلماءَ عن رخصة الوصول المفتوح التي اختاروها: هل هي مشاركة متماثلة، أم دون اشتقاقات، أم «بمواد مرخصة» CC-BY؛ فكانت إجابات 85% من الأشخاص تتلخص في ردٍّ واحد، هو: «لا أعرف».

إنّ التقنيات التكنولوجية الجديدة تسمح بانتقال أكبر وأسرع إلى المستقبل الرقمي. وقد أشار عدد آخر مارس 2013 (الخاص) من مجلة «نيتشر» إلى أن العلماء يجدون طُرُقًا عديدة لنشر نتائج أبحاثهم، وإتاحة الوصول إليها. وكما ذكرت هذه المجلة سابقًا، فإن مستقبل البحث العلمي سيكون خليطًا كبيرًا من الأوراق البحثية والمعلومات والبرمجيات التي ترتبط مع أدوات التحليل والحواشي والتصور البصري وذِكْر مصادر الاقتباس. ووسط كل هذا الخليط تبقى الحاجة مُلِحَّة إلى معايير مشتركة.

أما الذي سيحدد كيفية استفادة العلماء من مثل هذه الفرص، فهو الطلب، وليس العرض. على سبيل المثال.. إن أحد الأسباب التي تجعل النشر المفتوح على النت مقبولًا اليوم كوسيلة لنشر الأبحاث (بافتراض أنّ المنادِين به أقَلّيّة) هو السيل الثابت من القوانين التي تسنّها المؤسسات وممولو الأبحاث منذ عام 2001.

إن خيارات النشر المذهلة سوف تؤدي إلى تجزئة المعلومات المتوافرة على النت. وقد يحتاج الأكاديميون إلى التفكير بالطريقة التي يريدون أن يتم من خلالها نشر المعلومات، وإعادة استخدامها. وقد تختلف الإجابات باختلاف التخصصات، لكن، من الطبيعي ألّا تتوافق ثورةٌ ما مع كل الظروف والأحوال. ■

مستقبل الطاقة في مفترق طُرُق

على الجميع أن يتمنى لألمانيا السداد والتوفيق في تجربتها العظيمة في مجال الطاقة المتجددة.

تدين ابنة القس بألمانيا الشرقية، المستشارة الألمانية أنجيلا ميركل، بمشوارها السياسي الحافل للثورة السلمية التي اندلعت في خريف عام 1989 – وعرفت باسم *Die Wende* (التحول) – وأفضت إلى وحدة ألمانيا. وربما تتذكرها بسبب نقطة تحول أخرى في تاريخ الأمة ما بعد الحرب، ألا وهي «التحول في سياسة الطاقة» *die Energiewende*.

لقد كانت ميركل قوة فاعلة وراء الجهود الحثيثة المبذولة للتعامل مع مشكلة الاحتباس الحراري العالمي. وكان التحول في سياسة الطاقة ـ الذي يُعَدّ الجهد الألماني المستقل لتحويل اقتصادها إلى اقتصاد يعوِّل بالكامل على مصادر الطاقة المتجددة ـ بديلًا عمليًّا لجهود السياسة الدولية للتغير المناخي غير المثمرة. وإذا آتت استراتيجيات ألمانيا المستقلة ثمارها؛ فمن المرتقب أن تمثل داعيًا لتجديد الأمل في الصراع القائم ضد التغير المناخي الذي كان البشر سببًا أساسيًّا فيه.

وتهدف ألمانيا إلى إنتاج 80% على الأقل من الكهرباء بحلول منتصف القرن، وما يربو على نصف الطاقة التي تحتاج إليها للتدفئة من مصادر الطاقة المتجددة، كأشعة الشمس، والرياح. فهناك آلاف من العلماء والمهندسين يعكفون على تطوير تقنيات لتخزين ونقل الطاقة اللازمة لاستيعاب مصادر الطاقة المستقبلية المتذبذبة. إن المهمة صعبة بلا شك. ومع ذلك.. فبالنظر إلى معدل نمو الطاقات المتجددة في السنوات الأخيرة، ومستوى القبول العالي لدى الجمهور لسياسة الطاقة المتجددة؛ من الممكن تحقيق الأهداف المنشودة حتى في فترة زمنية أقصر من المخطط لها.

ويرتبط التحول في سياسة الطاقة في وعي عامّة الناس بروابط أقل بالاحتباس الحراري العالمي، مقارنةً بعلاقته بالكارثة النووية في فوكوشيما باليابان، التي وقعت منذ عامين؛ فقد عجَّلت تلك الكارثة بالإنهاء المقترح لاستخدام الطاقة النووية في ألمانيا. وحقيقة الأمر أن إغلاق 8 محطات طاقة نووية جعل ألمانيا أكثر تعويلًا ـ ولو بصفة مؤقتة ـ على الفحم؛ مما سيجعل من الصعب تحقيق أهداف الخفض على المدى القريب في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.

إن الجهود الألمانية في هذا الصدد ليست أقل إبهارًا، حيث تتحلى ميركل والشعب الألماني بشجاعة مذهلة فيما يختص بتحويل ألمانيا إلى معمل لسياسات الطاقة (وتقنياتها) التي يمكن أن تصبح نماذج تُحتذى لعديد من الدول الصناعية. إن خوض ألمانيا هذه التجربة الذاتية المكلفة والخطرة ـ على خلفية الأزمة المالية الأوروبية الكبرى ـ يمثل امتحانًا صعبًا لقيادة ميركل.

وتعتبر ألمانيا ـ البالغ تعداد سكانها حوالي 80 مليون نسمة ـ معملاً مثاليًّا للتجارب.. فألمانيا تستطيع أن تتكيف مع التحوُّل في سياسة الطاقة، الذي قَدَّر بعض المعلقين أنه سيكلف الدولة ما يربو على تريليون يورو (أي ما يعادل 1.3 تريليون دولار أمريكي)، وذلك لأن اقتصادها قوي. كما أن ألمانيا تتمتع بمساحة كبيرة، وتنوع شديد بالقدر الكافي اقتصاديًّا وجغرافيًّا واجتماعيًّا؛ مما يجعل نتيجة التجربة الكبرى وثيقة الصلة ببقية دول العالم.

وفي حالة نجاح التحول الألماني إلى استخدام طاقة صديقة للبيئة؛ ستتعلم ألمانيا دروسًا علمية وتقنية واقتصادية سوف تنقلها إلى سوق الطاقة؛ وسوف تعزز من ريادتها في مجال التقنيات الصديقة للبيئة. والدول التي ربما تنظر إلى الخطط الألمانية بشيء من الريبة يمكنها الآن التطور، استنادًا إلى تلك التقنيات، حالما تبدأ في إعادة صياغة أنظمتها الخاصة بالطاقة.

«تتحلى ميركل والشعب الألماني بشجاعة مذهلة فيما يختص بتحويل ألمانيا إلى معمل لسياسات الطاقة»

أما إذا باء التحول في سياسة الطاقة بالفشل؛ فسيكون مؤشرًا سلبيًّا للآخرين. وسيزعم المتشكِّكون على مستوى العالم بأنه إذا كانت ألمانيا قد أخفقت في التحول في سياسة الطاقة، فما من دولة أخرى ستكلَّل جهودها بالنجاح. ولذلك.. فمن المهم أن تحافظ ألمانيا على مسارها المختار رغمًا عن الصعاب التي قد تواجهها، حتى لو علت نبرة الاعتراض على أسعار الكهرباء العالية بأكثر مما هي عليه.

وفي نهاية المطاف، يجب أن يشمل أي اقتصاد صديق للبيئة بالضرورة كل القطاعات الاقتصادية. ولن يكتمل التحول في سياسة الطاقة بدون منهجية جديدة تجاه النقل والمواصلات. وقد تطلَّب الأمر صرف حوافز سخية؛ لإقناع الملايين من سكان البيوت الألمان بالاستثمار في ألواح خلايا شمسية باهظة التكلفة (ومثيرة للجدل من الناحية الجمالية) على أسطح منازلهم. إن إقناع الألمان أو أي شعب آخر بالتحوُّل إلى السيارات الكهربائية التي تعمل بالبطاريات سيكون مهمة أصعب. وبدون محفزات لشركات تصنيع السيارات، بغية إنتاج تلك السيارات، ولأصحاب السيارات لشرائها؛ لن يتحقق ذلك. وكما رأينا في التهافت على حوافز مبادرة «نقود مقابل السيارات القديمة»، التي تعتبر (جزءًا من الحافز الاقتصادي لعام 2009، حيث دفعت الحكومة الألمانية لكل شخص من أصحاب السيارات القديمة 2500 يورو؛ لاستبدال سيارة جديدة تمامًا بتلك السيارة الأقدم صنعًا بتسع سنوات)، فإن تلك الحوافز يمكنها إحداث تحول سلوكي واسع النطاق. وبرنامج السيارات صديقة البيئة، الفعّال، والمدعوم باستثمار في البنية التحتية الضرورية سيكون معلمًا على الطريق إلى عصر ما بعد الوقود الحيوي. ولا ينطبق ذلك على ألمانيا وحدها. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إطلاق سفينة أبحاث جديدة

قد تفتح لنـا أحدث سفينة أبحـاث خاصة ـ يُنتَظَر إبحارها قريبًا ـ الأبوابَ إلى عالَم علوم البحار.

يبدأُ الفيلم السينمائي «حكاية بلا نهاية»، من إنتاج عام 1984، بفتـى تعرَّض لذعر رهيب، ينسى ما يحيطُ به من عناء، حين يقرأُ عن عالَم بديل، يسمى (الفانتازيا)؛ وفي ذلك ما يغري على التساؤل عمَّا إذا كان بوسع سفينة أبحاث خاصة جديدة، تحمل اسم أحد شخصيات الفيلم، أن توفرَ للمشتغلين بعلوم البحار مهربًا مماثلاً من أحوال صعبة يعانون منها.

لقد جاءت انطلاقة سفينة الأبحاث «فالكور» *Falkor* في أحوال كدرة تعانيها علوم البحار، إذ يصعب توفير سفينة للعمل على متنها لبعض الوقت، حيث يتقلص تمويل أبحاث المحيطات الأكاديمية، على الأقل في الولايات المتحدة الأمريكية، وحيث صار الباحثون بحاجة ـ أكثر من أي وقت مضى ـ إلى تجميع أموال من مصادر عديدة؛ للإنفاق على رحلات بحرية، كان يجري تمويلها في الماضي من خلال منحة شاملة.

وها هي المؤسسات الخاصة تنضم بسرعة إلى المشهد العام؛ فمؤسسةُ «جوردون وبيتي مور» ـ ومقرها بالو ألطو في ولاية كاليفورنيا، على سبيل المثال.. ـ تعمل على مبادرة في مجال الكائنات البحرية الدقيقة؛ لاستكشاف مواقع عديدة.. من مواقع تحدث بها تقلبات المياه البحرية الساحلية، إلى مواقع رواسب أعماق قاع البحر؛ إلاَّ أنها لا تقبل من العلماء مقترحات لم يتم طلبها.

وهذا على النقيض من «معهد شميدت لأبحاث المحيط»، وهو جهة لا تستهدف الربح، وقائم على إدارة سفينة الأبحاث «فالكور» من مقرها في بالو ألطو؛ وهو على استعداد لتلقي طلبات استخدام السفينة، بلا مقابل؛ لإجراء دراسات تسلط الضوءَ على التحديات التي تواجهها محيطات العالم. ويتكفل بالنفقات إريك شميدت، مؤسِّس المعهد، والرئيس التنفيذي السابق لـ«جوجل».

وتساور الشكوك عديد من الباحثين حول حقيقة القيمة العلمية لتبرعات المليونيرات لمجال أبحاث علوم البحار. والمتعارف عليه أن البعثات العلمية جيدة التجهيز تُرسَل إلى مواقع بحرية لا نعرف عنها الكثير، إلا أن جهودًا كهذه يندر أن تكون على تواصل مع المجتمع العلمي الأوسع، رغم ما صرح به المخرج السينمائي جيمس كاميرون في الأسبوع الأخير من شهر مارس الماضي من أنه سيتبرع بغواصته «ديب سي شالنجر» لمعهد «وودز هول لعلوم البحار» WHOI، في ولاية ماساشوستس، أما سفينة الأبحاث «فالكور»، فستكون بمثابة مورد طويل الأجل متاح لكل مَنْ يستطيع ـ أو تستطيع ـ التقدم بمقترح تقبله لجنة من المحكِّمين العلميِّين.

وكان متعمدًا ألا يكون للسفينة ميناء ثابتة، وهذا لتكُون بعيدةً عن الادعاءات الإقليمية بانتسابها إلى حوض محيط بعينه، أو إلى دولة ما. ومن المقرر أن يقود علماءٌ من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا عددًا قليلًا من رحلاتها الأولى. ولا يعدو ذلك أن يكون ـ في أساسه ـ الأسلوب الاحترافي الذي تأسسَ عليه معهد شميدت. وقد قام مديرو برنامج السفينة بزيارات شخصية لعلماء البحار البارزين في هاتين الدولتين؛ للتعريف بالسفينة، ولتشجيع هؤلاء العلماء على التقدم بطلبات للعمل على متنها. ومن الواضح أن غير الأمريكيين بدأوا في ملاحظة الأمر، حيث تَقَدَّم في أحدث سلسلة من المقترحات علماءٌ من 23 دولة بطلبات للعمل على ظهر السفينة.

وتشير سفينة الأبحاث «فالكور» في نواحٍ أخرى إلى بداية مستقبل علوم البحار؛ فهي – في الأصل – تابعة لـ«جوجل»، وهي ـ بهذه الصفة ـ تدعم المشروعات التي تدمج أحدثَ التقنيات في منظومة استكشاف المحيط. وقد سعت مجموعات أكاديمية ـ كمعهد «وودز هول لعلوم البحار» ـ لتحقيق هذه الغاية، إلاَّ أنَّ طاقم «جوجل» يتبنى بعض الأفكار التي سيحرص العلماء على اتباعها بحماس. كما يستحث معهد شميدت علماءه العاملين على ظهر السفينة أن ينشروا معلوماتهم بلا تحفظ، وبسرعة، متّبعين الترتيبات المتشددة التي كانت مؤسسة «مور» قد وضعتها سلفًا.

ولن يتسنى لسفينة صغيرة ـ كفالكور ـ أن تحل كل مشكلات علوم البحار.. فأحد المعوقات المحتملة هي أن معهد شميدت لا يوفر إلا السفينة، وعلى العلماء أن يوفروا مصادر تمويل؛ للوفاء بالرواتب وتكاليف الأعمال العلمية لما بعد الرحلة. وهكذا، فلن يكون بمقدور الباحثين استخدام السفينة، إلاَّ إذا تمكنوا من تأمين تمويل من مصادر أخرى.

إن في جعبة سفينة «فالكور» الكثير، ولكنها لن تحل محل أسطول الأبحاث الأمريكي الحالي ـ ولا ينبغي لها ذلك ـ الذي ستتيح له أعمال التحديث المُلِحَّة، التي سيخضع لها على امتداد السنوات العشر المقبلة، أن يمدد آفاق علوم البحار إلى أبعد مما كانت عليه في أي وقت مضى.

لقد كان فيلم "حكاية بلا نهاية" مشروعًا مشتركًا لصناع السينما في ألمانيا والولايات المتحدة الأمريكية، وكانت سفينة «فالكور» ـ في الأساس ـ سفينة ألمانية، مهمّتها حماية الحدود المائية الخاصة بأعمال الصيد. ومع بعض الأمواج المصاحِبَة والرياح المواتية، سوف تعيش قصتها؛ لتفضي بما لم تقله بعد. ■

رقم قياسي تَحَقَّقَ؛ لِيُحَطَّم

تحتفظ الوكالة الرئيسة لتمويل العلوم في اليابان بسجل نظيف، حين يتعلق الأمر بعمليات الاحتيال البحثي. لقد آن الأوان لأنْ تقوم الوكالة بالتصعيد، وحسم قضية سوء السلوك العلمي المزعوم، التي طال أمدها.

إن الوكالة اليابانية للعلوم والتكنولوجيا (JST) ـ التي تُعدّ الممول الرئيس للعلوم المتخصصة باليابان ـ إما أنها متفوقة بسبب قدرتها على اختيار العلماء الأمناء، أو لأنها لا تتحرى الدلائل القاطعة التي تثبت إذا كانوا غير ذلك. فقد بلغ العدد الإجمالي لحالات الاحتيال البحثي ـ التي أكدتها الوكالة منذ تأسيسها في عام 1957 ـ (صفرًا). جدير بالذكر أن الوكالة قد أسهمت في العام الماضي بمبلغ 87.8 مليار ين ياباني (942 مليون دولار) لتمويل البحث العلمي.

وتفيد التقارير الصادرة عن المعاهد القومية الأمريكية للصحة بوجود حوالي اثنتي عشرة قضية من هذا النوع سنويًّا. وكذلك انتشر هذا النوع من قضايا الاحتيال الشهيرة بشكل كبير في أماكن أخرى باليابان على مدى السنوات الأخيرة، كتلك القضية المتعلقة بأخصائي التخدير يوشيتاكا فوجي، الذي يُعدّ صاحب أعلى رقم في المقالات التي تم رفضها لباحث واحد. ومن ثم، فإن الرقم القياسي المثالي للوكالة اليابانية للعلوم والتكنولوجيا يبدو وكأنه خارج دائرة التوقعات. وتجسِّد إحدى القضايا المثارة منذ وقت طويل تلك الإشكالية، فقد لاحقت أكيهسا إنويه ـ رئيس جامعة توهوكو المتقاعد بمدينة سينداي ـ اتهامات كثيرة بسوء السلوك العلمي على مدى سنوات عديدة.

مع ذلك.. ليس ثمة دليل واحد على ارتكاب إنويه لأيٍّ من التهم المنسوبة إليه، فضلًا عن إنكاره القيام بالتلاعب بأي بيانات. ويُعدّ إنويه أحد أكبر الخبراء العالميين في الزجاج المعدني (وهو مادة أكثر مرونةً ومقاومةً للصدأ من المعادن). وقد قام بنشر ما يزيد عن 2,500 ورقة بحثية في هذا المجال. وقد ذكر إنويه لمجلة «نيتشر» أن الباحثين الآخرين ربما يعوزهم الكثير من المهارات والخبرات اللازمة؛ لإعادة إنتاج ما توصَّل إليه من نتائج معملية (انظر: *Nature* **470**, 446-447; 2011).

الحقيقة أن هناك حاجة مُلِحَّة للفصل في هذا الأمر من قبل الوكالة اليابانية للعلوم والتكنولوجيا؛ فقد أثيرت في بداية الأمر علامات استفهام عديدة حول أعمال إنويه من قِبَل شخص مجهول منذ حوالي ست سنوات، وتطرقت القضية إلى بحثٍ يرجع تاريخه إلى عقدين ماضيين (انظر: *Nature* **483**, 259; 2012). وقد شاب القضية عديد من الانحرافات والحيل المعقدة؛ فقد ذكر تاو زانج ـ الذي اشترك مع إنويه في كثير من الأوراق البحثية ـ أن المستندات وعيِّنات الزجاج المعدني ـ التي من شأنها أن تحسم القضية ـ قد فُقِدَت عندما سقطت الحاوية التي كانت تحمل أمتعته إلى منزله بالصين في البحر. أما اللجنة التي شكلتها جامعة توهوكو في عام 2007؛ لأخذ قرار بشأن التحقيق في ادعاءات سوء السلوك العلمي، فقد تألَّفت من عدد من مديري الجامعة، الذين قام إنويه نفسه بترقيتهم من قبل. وقد أدَّت النتيجة التي توصلت إليها اللجنة ـ وهي عدم الحاجة إلى فتح تحقيقات ـ إلى إثارة اتهامات عديدة بصراع المصالح من قِبَل أحد المتخصصين في علم الاقتصاد، وآخرين ممّن ينتمون إلى الجامعة، الذين أثاروا تساؤلات كثيرة مع عدد من محرِّري الصحف؛ وكذلك تم إصدار سلسلة من التصويبات للأوراق البحثية ذات الصلة بالموضوع.

وقد أوضحت لجنة مستقلة في العام الماضي، شكلتها الوكالة اليابانية للعلوم والتكنولوجيا – التي منحت إنويه مبلغ 1.8 مليار ين لمشروع لمدة خمس سنوات، بدءًا من عام 1997، وتخلَّل هذه السنوات صدور عدد من الأوراق البحثية التي أثارت مشكلات متعددة ـ أنه برغم عدم توصُّلها إلى أدلة على سوء السلوك العلمي، إلا أن ثمة حاجة إلى مزيد من التدقيق بهذا الشأن. ومن ثم، فقد طالبت الوكالة اليابانية للعلوم والتكنولوجيا في الربيع الماضي الجامعة رسميًّا بالتحقيق في الأمر. وبعد مضي اثني عشر شهرًا؛ لم تؤكد الجامعة أو الوكالة إذا كان ثمة تحقيق قد بدأ بالفعل، أم لا، ولم تؤكد مَنْ هم أعضاء لجنة التحقيق، ومتى ستبدأ وتنتهي اللجنة من أعمالها.

لا يوجد موعد نهائي تسلِّم فيه اللجنة تقريرها، ولا تمتلك الوكالة اليابانية للعلوم والتكنولوجيا ـ في حالة عدم تجاوب الجامعة ـ أكثر من تكرار المطالبة. كذلك فإن الجامعة ـ التي قد تصبح مطالَبَةً برد كلّ أو جزء من الأموال، في حالة ثبوت تهمة سوء السلوك العلمي ـ تواجه هي الأخرى صراع المصالح، فضلًا عن الإحراج الذي تشعر به بسبب إجراء هذا التحقيق. أما تجاهُل القضية؛ فلن يؤدي ـ في الظاهر ـ إلى أيّ تَبِعَات، وهي إحدى الطرق التي يمكن أنْ تُستخدم حاليًا وفي المستقبل؛ للتأكيد على أن الوكالة سوف تحتفظ برقمها القياسي المثالي. ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية، بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv



هندسة فيروس إنفلونزا الطيور لن تختفي

«يجب على الحكومات والمُموِّلين والسُلطات التنظيمية أنْ يعالجوا ـ على وجه السرعة ـ المخاطر التي تتشكَّل من جرّاء اكتساب الفيروسات لوظائفها» **سايمون وِين هوبسون.**

لم يمض شهران على إعلان مجموعة صغيرة من عُلماء فيروس الإنفلونزا عن وَقْف نشاط العمل على تعديل فيروس إنفلونزا الطيور H5N1؛ ليصبح قابلًا للانتقال بين البشر كالإنفلونزا الموسميّة، وها هم رهنٌ لتعليق نشاط العمل في هذا المجال مُجدَّدًا.

في وقت سابق من شهر مارس الماضي، عرض عالِمٌ هولندي تجارب مُشابهة على فيروسات أخرى من إنفلونزا الطيور، وكذلك على الفيروس التّاجي «سارس». كما قدّم علماء من ألمانيا وسويسرا ـ قبل أسبوعين ـ تقريرًا يبيّن كيفيّة قيامهم بتطويع فيروس سُل الكلاب «canine distemper»؛ لِجَعْله ينمو في الخلايا البشريّة.

ويهدف المنطق من وراء مثل هذه التّجارب ـ التي تُعرف بتجارب «اكتساب الوظائف» gain-of-function (GOF) ـ إلى تمييز تراكيب لطفرات قد تُمكّن فيروس حيواني من الانتقال إلى البشر الذين ليس لديهم استعداد لذلك. وبالتّعرّف على مثل هذه الطّفرات ـ وفق هذا التفكير ـ بمقدورنا التحضير بشكل أفضل، وتهيئة دفاعاتنا العلمية؛ للتصدّي لخطر التهديد الذي تحمله هذه الفيروسات للبشر.

أثارت الأبحاث الجارية على إنفلونزا الطيور ـ المتعلقة بـ«اكتساب الفيروسات لوظائفها» ـ جدلًا حادًّا، سبق تغطية معظمه في هذه الدورية. ولم يهدأ الجدل بإنهاء تجميد نشاط البحث في هذا المجال، بل على النقيض.. أصبح الجدل أكثر احتدامًا. وفي الوقت الحالي، يقوم مسؤولون رسميّون من واشنطن بوَضْع اللّمسات الأخيرة لخطوط توجيهية جديدة، تهدف إلى مراجعة تنظيم ومراقبة هذه النّوعية من الأبحاث. ونتوقع ـ كباحثين في علم الفيروسات والأمراض ـ أنْ تؤثر هذه الإشكاليات ـ التي سيثيرها صانعو السياسة في هذا الصدد ـ على نشاطنا. ولتجنُّب ذلك.. على الباحثين أنْ يستخلصوا العبر من دروس الماضي.

بدلًا من استخدام التعليق الذي حدث لنشاط البحث على إنفلونزا الطيور، من أجل البحث عن المشورة، والإنصات، وتعزيز النّقاش، شَغَلَ عديد من علماء الفيروسات أنفسهم بالتبرير الذاتي. وقد تم عقد اجتماع علني كبير في الجمعيّة الملكيّة في لندن، أُتيحت فيه الفرصة لإشراك جمهور كبير، من بينهم المختصون في أخلاقيات علم الأحياء. والدعوة الراهنة لإلغاء وقف نشاط البحث من قِبَل 40 باحثًا - دون المموّلين، والحكومات، أو الهيئات الدولية - توضِّح وحدها الأمرَ برمته. وببساطة، لم يفهم مجتمع المهتمين بالإنفلونزا ببساطة أنّ هذه القضية مثار جدل ساخن، وأنها لن تختفي بعيدًا.

يشبه هذا في بعض الأمور ما هو صحيح أيضًا بالنّسبة إلى موضوع مختصِّي فيروس نقص المناعة البشري، فعندما كان البحث العلمي في بداياته في هذا المجال، دُعِّم الباحثون بأموال ضخمة، خُصِّصَت للبحث، ولكنْ غلبت عليهم العجرفة، وأطلقوا الوعود بتطوير لقاح في غضون عامين، إضافةً إلى الكثير من الأمور الأخرى. وقد استحوذ عليهم الخمول بمجرّد أنْ بدأوا يَعُون أنَّ عليهم العمل بشكل جدّي على مجموعات المرضى. والنتيجة جاءت لتُظْهِر أنّ مرضى نقص المناعة البشرية أصبحوا أكثر المتعاونين إخلاصًا وتفانيًا مع أطباء فيروس نقص المناعة البشرية الإكلينيكيين. إن درء الانتقادات والأفكار التي تأتي من الخارج، هو أمرٌ سهل للغاية لدى الباحثين في الميدان.

نذكر فيما يلي الإشكاليات حول العمل على تجارب «اكتساب الفيروسات لوظائفها» بالنّسبة إلى إنفلونزا الطيور، وسارس، والفيروسات التّاجيّة، أو أيّ فيروسات أخرى مما يجب أنْ يُتَطَرَّق إليها علنًا.

أولًا، هل الأساس الفيروسي الذي يُبنى عليه هذا النشاط البحثي سليم؟ يتم التحكّم في نتائج تجارب فيروس إنفلونزا الطيور بواسطة استخدام أنظمة الانتقاء الاصطناعي. وإذا تم تمرير الفيروس من حيوانات ابن مقرض المصابة بضيق تنفس حادّ بانتظام عبر الهباء الجويّ؛ فسينتهي الأمر بفريق البحث إلى الإعلان عن سُلالة خطرة للغاية وقابلة للانتقال. وبشكل مماثل، إذا وقع الاختيار على حيوانات مصابة بأعراض طفيفة؛ سينتهي الأمر بظهور فيروس قابل للانتقال، لكنه أقلّ خطرًا. وليس معلومًا ما إذا كانت الطبيعة ستأخذ أيًّا من هذه المنحنيات، أم غير ذلك. وإذا نظرنا إلى توالد الكلاب ـ على سبيل المثال ـ سنجد أنّ الاختيار الجامح للأليلات في وقت قصير أدّى إلى إنتاج أنواع استثنائيّة من حيث النّمط الظّاهريّ للكلاب (دشْند [كلب ألماني]، وسلوقي، وِبيت، وسيتيرز [من فصائل كلبيّة أخرى]).. فهل كانت الطبيعة ستأتي بتلك الأمثلة؟

ثانيًا، باحثو الأمراض المعدية مُولعون بالاعتقاد بأنّ الجراثيم لا تحترم الحواجز. مَنْ إذًا يسنّ القوانين، ويوفّر الرّقابة؟ لقد تمّ التّطرّق إلى هذه المسألة بالكاد على المستوى الدّولي، فمنظمة الصحة العالمية أدارت جلساتها المتعلقة بهذا الأمر خلف أبواب موصدة، وفشلت بمفردها في توسيع حلقة النّقاش.

ثالثًا، ماذا لو تسبّبت هذه المجموعات في ظهور فيروسات شديدة الإمراض، قادرة على الانتقال من مصابٍ إلى آخَر؟ وأشكّ في أنْ يتحقق هذا في غضون العامين القادمين. وهل يجب تبادل الفيروس؟ هل يجب حظر البحث على مثل هذه السلالة الجديدة، ذات القدرة الكارثيّة للفيروس؟

علماء فيروسات **الإنفلـــونــزا** يتجهون نحو طريق مُظلم، وتدفعهم القوى الناشئة في اتّجاه هذا الطريق **على غير بصيرة**

رابعًا، ماذا لو حدث تسرُّب محدود للفيروس؟ سيتبع ذلك بعض القضايا القانونية المعرقلة. وهل تمتلك المؤسسات الأكاديميّة تغطية تأمينيّة كافية؟ هل يعي أعضاء مجالس الجامعات والمستشارون قوّة ومخاطر البيولوجيا الجزيئية المعاصرة التي تكتنف مختبراتهم؟ لم تظهر كلمة واحدة مؤخرًا في هذا الصّدد.

خامسًا، لم يكن العالم بهذه الكثافة السكانية من قبل قط. فهل من المناسب أن يُجْري الباحثون المَدَنِيّون تعديلات؛ ليزيدوا من خطورة هذه الجراثيم؟ وهل خلْق فيروس بشري جديد هو نشاط معادٍ للمجتمع؟ وهل كان ثمّة فشل من جانب المموِّلين والمُشرِّعين في أداء مهامهم؟ وما هو الوضع الأخلاقي لمثل هذا العمل البحثيّ؟ لقد كانت هناك بداية.. لكن، لم يتمّ التّوصل إلى إجماع بخصوصها حتى الآن.

ببساطة، لم يُسبر غور تداعيات الأبحاث العالمية المتعلقة بـ"اكتساب الفيروسات لوظائفها»»، ولم تُناقَش بالقدر الكافي. إنّ علماء فيروسات الإنفلونزا يتجهون نحو طريق مظلم، وتدفعهم القوى الناشئة في اتّجاه هذا الطريق على غير بصيرة، وهذا بمثابة إذعان. لذا.. فلنكُن على بيّنة من الأمر، إذ قد تنتهي اللّعبة بظهور فيروسات أكثر خطورة من فيروسات الإنفلونزا ذات السلالة الإسبانية.

ولا بد من وقف أبحاث «اكتساب الوظائف» لفيروس إنفلونزا الطيور، بل يجب وقف جميع أبحاث «اكتساب الوظائف»؛ حتى يُخرج علماء الفيروسات هذه المسائل إلى العلن، ويعرضوا أعمالهم والحيثيّات التي تنبثق عنها للنقاش العام. فعلى ضوء الفشل الذّريع لمجتمع المهتمين بالإنفلونزا في الاستفادة من فترة التوقف ـ التي امتدت إلى عام كامل ـ لإحداث تأثيرات إيجابيّة، من الواضح أنّ هناك حاجة لتقييم مُستقل لمنافع ومخاطر عمل «اكتساب الوظائف».

ويجب على الحكومات والمموّلين وسلُطات الرّقابة تشجيع علماء فيروسات الإنفلونزا على الإنصات والنّقاش. كما يجب على المجتمعات المستنيرة أنْ تجتاز الحواجز، وترفع صوتها عاليًا. هناك حاجة إلى تنظيم مؤتمر يجمع كافّة المعنيِّين، تمامًا مثلما حدث في مؤتمر (أسيلومار للحمض النووي المهجن) في عام 1970. إنّ هذه المشكلة لن تختفي، ولا بدّ من الالتحام بها، وحلها بشكل عاجل. ■

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/g1cqrs

سايمون وِين هوبسون رئيس جمعيّة أبحاث اللُّقاحات في واشنطن دي سي.
البريد الإلكتروني: simon.wain-hobson@pasteur.fr

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



JOCELYN FILLEY

إذا كان العمل يستحق القيام به؛ فتكراره واجبٌ أيضًا

«يحتاج الباحثون ووكالات التمويل إلى التركيز على التأكد من أن نتائج الأبحاث قابلة للتكرار»

جوناثان ف. راسل.

زار مارك زوكربيرج ـ مؤسِّس موقع «فيسبوك» ـ في شهر فبراير الماضي جامعتي؛ للإعلان عن جائزة «الإنجاز العلمي في مجال علوم الحياة». وكشخص يطمح إلى العمل في مجال البحوث الطبية الحيوية، فإنني أُحَيِّي مثل هذه الجوائز. إن العلوم الطبية الحيوية، عندما تمارَس بشكل صحيح؛ تصبح ينبوع حياة يفيض بالمعرفة والابتكار والمنافع الصحية على الناس، ولكن هل تُمارَس بشكل صحيح؟ وإذا لم يكن الأمر كذلك، فكيف السبيل إلى التغيير؟

في السنوات الأخيرة، بات من الواضح أن العلوم الطبية الحيوية تعاني من أن نتائجها غير قابلة للتكرار. وبالتالي، يؤدي ذلك إلى إهدار منح التمويل البحثية، ويعوق تطوير الأدوية والعلاجات الجديدة. إن تفاقم وباء الأبحاث غير القابلة للتكرار تزيد منه هياكل التمويل التي تكافئ النشر العلمي وتضعه فوق كل اعتبار، سواء أكانت نتائجه قابلة للتكرار، أم لا. ويجب على العلم ـ كنظام ـ أن يولي أهمية أكبر لقابلية التكرار.. فليس المطلوب أن تكون كل ورقة علمية ذات مرجعية طبية، ولكن ـ على أقل تقدير ـ ينبغي أن تكون كل الأوراق العلمية قابلة للتكرار. إن قابلية التكرار هي الفيصل بين العِلْم والحكايات.

وقد أبدت بعض الدوريات العلمية بالفعل استعدادها لنشر دراسات قابلة للتكرار. وهناك مشاريع ناشئة تهدف إلى تكرار الطرق البحثية في مجالات فردية من المرض إلى علم النفس، ولكن هذه حلول مؤقتة، وهناك حاجة إلى إجابة أكثر شمولًا.

> ليس المطلوبُ أن تكون كل ورقة علميّة ذات **مرجعية طبية،** ولكنْ ينبغي أن تكون كل الأوراق قابلة **للتكرار**

كبداية، ينبغي على وكالات تمويل البحوث ربط مِنَح التمويل بقابلية تكرار الورقة العلمية. ويمكن تخصيص جزء من الميزانية؛ لتغطية كلفة دراسات مستقلة عن تلك الصفة. وإذا تعذَّر إثبات تكرارية ما يُذكر في ورقة علمية، فينبغي أن يُطلب من مؤلفيها تعديل الورقة، أو سحبها. وعلى وكالات التمويل أن تأخذ بعين الاعتبار سجل الباحث الرئيس، تبعًا لقابلية تكرار نتائج أبحاثه عند تقييم الوكالة لطلبات المنح. وسيضمن هذا الإصلاح الأساسي أن يقوم النجاح الوظيفي في مجال البحوث على مصداقية ما توصلت إليه الورقة العلمية، وليس على ما إذا كانت قد نُشرت في دوريات واسعة الانتشار، أم لا.

ربما يعترض كثير من العلماء على هذا الاقتراح، وذلك لعدة أسباب:

الحل يبدو معقدًا.. حيث سيتقدم العلماء بطلبات الحصول على المنح، وسيقومون بإجراء البحوث، ونشر ما توصلوا إليه، مثلما يفعلون الآن إلى حدٍّ كبير. والفرق الوحيد هو أن دراسات قابلية التكرار ستكون أكثر وفرة، وسيتم نشر عدد أكبر منها. كما سيتم ربط كل تكرار للنتائج البحثية إلكترونيًّا بالورقة الأصلية؛ مما سيعزز من صلاحيتها. أما الدراسات التي يتعذر تكرار طرقها البحثية، فسيتم وضع علامة عليها تدل على ذلك. وبطبيعة الحال، ليس كل عمل غير قابل للتكرار معيبًا، ولكن وجود علامة حمراء على ورقة، يرافقها تعديلات من المؤلفين الأصليين، يشير إلى الاختلافات في طرق البحث والتحليل التي قد تفسر تعذُّر التكرار، حيث سيصبح هذا جزءًا طبيعيًّا من الخطاب العلمي. إذ ينبغي أن يعمل العلم من خلال حوار مفتوح، يكون في متناول الجميع.

إنّ ذلك سوف يبطئ من نشر البحوث المبدعة، ولكن بدرجة طفيفة، والوقت الذي سوف نخسره سيكون تافهًا بالمقارنة بالوقت الذي يضيع حاليًا في تعقُّب مسارات زائفة.

مَنْ سيقوم بدراسات قابلية التكرار؟.. إنّ الناس يقومون بها بالفعل الآن. ووفقًا لاقتراحي، سوف يتم نشر المزيد من تلك الدراسات، وسوف تكون هناك حاجة إلى عدد أكبر من الناس. وإذا قامت وكالات التمويل بتوفير الأموال اللازمة؛ فسيقوم المزيد من العلماء بدراسات قابلية التكرار.

دراسات قابلية التكرار صعبة.. حيث إن تقاسم الكواشف والأساليب المتبعة ليس أمرًا صعبًا، وهي أمور تتطلبها وكالات التمويل بالفعل، لكن للأسف لا يمتثل الكثيرون لتلك المتطلبات. ومن شأن اقتراحي تشجيع المؤلفين الأصليين على العمل مع المجموعات التي تقوم بدراسات قابلية التكرار وتسهيل مهمتها، لأن كل تكرار للنتائج سيدعم السمعة العلمية لصاحب العمل الأصلي.

نشر التعديلات سيأخذ الكثير من الوقت.. حيث سيستغرق الأمر بالتأكيد وقتًا أكثر مما يُنفق عليه حاليًا، غير أن العلماء تدور بينهم بالفعل محادثات مماثلة عن طريق البريد الإلكتروني، وفي المؤتمرات، وفي اجتماعات المختبرات. وإذا تمت مكافأة تعديلات النشر بشكل صريح؛ فسيجد الناسُ الوقتَ اللازم للقيام بذلك.

العلم يصحح نفسه بالفعل.. هذا صحيح، ولكن المدى الزمني الذي يستغرقه ذلك الأمر طويل، والخسارة الناجمة كبيرة. وحتى الاحتيال الصّريح يمكن أن يستغرق اكتشافه عقودًا طويلة، ونادرًا ما يُكشف النقاب عن نتائج سلبية على الإطلاق. ووفقًا لاقتراحي، سوف تقيَّم النتائج السلبية، وسوف تكون محل تقدير.

لا توجد أموال متاحة.. هذا الإصلاح المقترح سيوفر المال عن طريق إعادة توجيه الإنفاق نحو العلم الذي يمكن تكرار نتائجه. وسوف يحصل المجتمع على عائد أكبر على استثماراته على شكل أدوية وعلاجات.

هذا الاقتراح متطرف جدًّا.. هذا ما قيل يومًا عن أسلوب النشر الذي يهدف إلى إتاحة الوصول. ومع ذلك.. فهذا الأسلوب يشق طريقه سريعًا الآن؛ ليصبح القاعدة، وليس الاستثناء؛ بفضل التغييرات في سياسات وكالات التمويل.

المعاهد القومية الأمريكية للصحة وغيرها من وكالات التمويل لن تعتمد هذه السياسة أبدًا؛ حيث يمكن للحكومات الوطنية ـ التي تمول الوكالات المانحة ـ فرض الإصلاح، وضمان التزام تلك الوكالات باعتماده.

الاعتراف بعدم قابلية الطرق والنتائج البحثية للتكرار سيقوّض ثقة الجمهور في العلوم؛ حدث بالفعل تقويض لهذه الثقة. ومن الأفضل أن نعكس التيار باستعادة الثقة، من خلال ممارسة الشفافية.

هذا الاقتراح سيثبط من إجراء البحوث العلمية عالية المخاطر والمردود، التي تكون إمكانية تكرارها أقل؛ لن يُشترط تكرار دراسة قبل نشرها. وإذا انتهى الأمر بأنْ أمكن تكرار خطوات ورقة بحثية محفوفة بالمخاطر، فسيكون ذلك فوزًا للجميع. أما إذا أخفقت المحاولات المتعاقبة لتكرارها؛ فإن ما توصلت إليه سيكون غير صالح، ولن يفيد المجتمع بشيء.. فلماذا التظاهر بخلاف ذلك؟

في عام 1953، قال دوايت أيزنهاور ـ الرئيس الأمريكي في ذلك الوقت ـ إن كل دولار يُنفق على الحرب «يمثِّل ـ في التحليل النهائي ـ سرقةً من أولئك الذين يجوعون؛ ولا يجدون القوت، ومن أولئك الذين يقاسون البرد؛ ولا يجدون الكساء». والشيء نفسه ينطبق على كل دولار يُنفق على العلم غير القابل للتكرار. الخلاصة هي أنَّنا نستطيع أنْ نعمل بشكل أفضل. ■

جوناثان ف. راسل ناقش مؤخرًا رسالته؛ للحصول على درجة الدكتوراة، ويستكمل الآن الدراسة في كلية الطب بجامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو.
البريد الإلكتروني: jonathan.russell@ucsf.edu

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/yuyrdi

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضـواء على الأبحـاث

مقتطفات من الأدبيات العلميـة

الهندسة الحيوية

هاتف محمول يعمل كمِجْهَر للديدان المعوية

قد تتيح الهواتف الذكية وسيلة ميسورة ومحمولة لتشخيص الإصابة بالديدان المعوية، وهي الإصابة الأكثر شيوعًا في البلدان النامية. فقد تمكن إيزاك بوجوش ومجموعته بمستشفى تورنتو العام في كندا من تحويل جهاز الهاتف المحمول «آي فون» إلى مجهر بإرفاق عدسة رخيصة لكاميرا الهاتف المحمول. وقد تم وضع عيِّنات براز لما يقرب من 200 طفل من جزيرة بيمبا، تنزانيا، على شرائح؛ ودراستها باستخدام المجهر (المحمول). حدد الخبراء أكثر من 60% من الشرائح الخالية من الديدان، وحوالي 70% من عينات تحوي بيضًا للديدان؛ ومن بين هذه، كان لاكتشاف بيض الدودة الكبيرة من الديدان الاسطوانية (الخيطية) أعلى نسبة.. تساوي 81% من الشرائح.

وبرغم أنه قد تم صنع مجاهر محمولة مماثلة من قبل، إلا أن معظمها بقي في المختبر. يقول الباحثون إن هذا هو أول اختبار ميداني إكلينيكي لمثل هذه الأجهزة على الديدان المعوية. ويتوقعون أن التصوير بوضوح أعلى سيزيد من دقة الهواتف الذكية في التشخيص.

Am. J. Trop. Med. Hyg. http://dx.doi.org/10.4269/ajtmh.12-0742 (2013)

الأحياء المجهرية

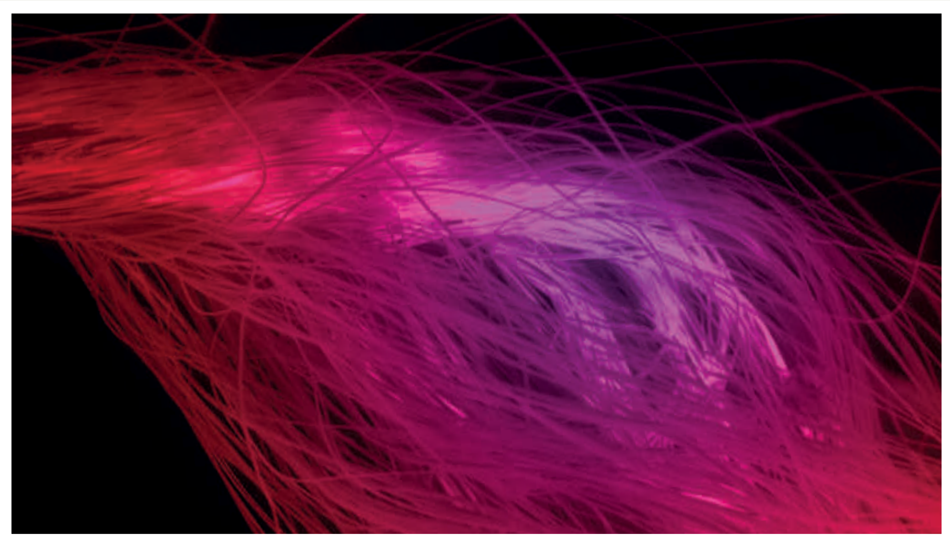
الحياة في قاع البحر، وتحته

الهاوية البحرية المظلمة لخندق ماريانا بالمحيط الهادئ الغربي تحوي تجمُّعًا بكتيريًّا نشطًا بشكل مدهش. وباستخدام أداة أوتوماتيكية في أعماق البحار ـ صممها فريق بقيادة روني جلود في جامعة جنوب الدنمارك في أُودنْس، قام الفريق بقياس معدلات استهلاك الأكسجين بيولوجيًّا في هذا الخندق بالمحيط عند عمق 11 كيلومترًا تقريبًا. وكانت معدلات استهلاك الأكسجين العالية التي وجدوها هناك تشير إلى أن المواد العضوية القابلة للتحلل يتم ترسيبها بقاع الخندق؛ مما يسمح للميكروبات بالنمو في هذه البيئة المنعزلة.

وأفاد فريق آخر بأنّ الحياة موجودة في بيئة أكثر بعدًا (عمقا).. فبينما كان مارك لفر بجامعة نورث كارولينا في تشابل هيل، وجد مارك ليفر وزملاؤه ميكروبات مُحِبّة للهيدروجين في القشرة المحيطة، عميقًا تحت قاع البحر، قبالة الساحل الغربي لأمريكا الشمالية. وأظهرت تجربة حضانة ـ على مدى عدة سنوات ـ أن الكائنات الحية يمكن أن تستمد الطاقة من التفاعلات الجيوكيميائية بين مركبات الحديد ومياه البحر، التي تتخلل شقوق القشرة الصخرية.

Nature Geosci. http://dx.doi.org/ 10.1038/ngeo1773 (2013); *Science* **339**, 1305–1308 (2013)

للمزيد حول هذا البحث، انظر: go.nature.com/ppzjaz



DIMITRY PAPKOV/JOEL BREHM/YURIS DZENIZ

المواد النانوية

ألياف تقسو كلما امتدَّت

عندما تمتد معظم الألياف الشديدة لجعلها أرق، فإنها تصبح هشة.. لكنّ باحثين بقيادة يوريس زينِس بجامعة نبراسكا في لِنْكولن أثبتوا أن هذا ليس الحال دائمًا. فقد صنع الباحثون أليافًا من نتريل الأكريل المتعدد (في الصورة)، باستخدام تقنية تسمى إلكتروسبيننج (الغزل الكهربائي). واكتشفوا أنه كُلّما قلّت أقطار الألياف دون 250 نانومترًا؛ أصبحت الألياف أقسى، وأقل عرضةً للكسر، لكنها لا تفقد قوتها. وكانت الألياف النانوية أقسى بعشرة أضعاف، وأقوى من أفضل الألياف التجارية.

ويرى زينِس أن هذه التقسية ممكنة، لأن الألياف النانوية أقل بلورة من الألياف الأكبر. كما يعتقد أنه يمكن استخدام الألياف في هياكل التحميل الفضائية، والمواد المضادة للرصاص.

ACS Nano http://dx.doi.org/10.1021/nn400028p (2013)

علم الإحاثة

أحفـور مُرَقَّط لثلاثيات الفصوص

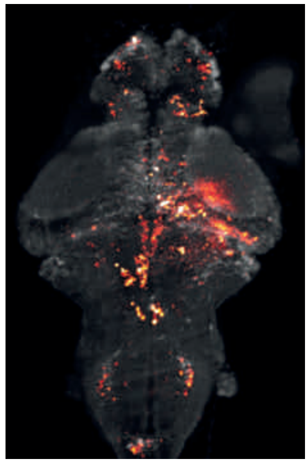
لقد ساعدت الرُّقَطُ التي وُجدت على أحافير عمرها 390 مليون سنة لثلاثيات الفصوص (في الصورة) اللافقاريات البحرية على التمويه. فَحَصَ فريق بقيادة كريستوفر ماكروبرتس، من جامعة نيويورك بكورتلاند، وتوماس هيجنا من جامعة إلينوي الغربية بماكومب، أكثر من 25 من ثلاثيات الفصوص المكتشفة بوسط وغرب ولاية نيويورك. والهياكل الخارجية للأحافير مرقطة بشكل منتظم بأعداد مختلفة من الرقط، تصل إلى أكثر من 500 رقطة في بعض الحالات. وأظهرت تحليلات كيميائية ومعدنية أن للرقط تكوين باقي الأحفور ذاته، مما يشير إلى أن العلامات ليست مفتعلة (بعد الموت). ولم توجد جزيئات صبغية محفوظة، لكنّ الباحثين يعتقدون أن البقع كانت تشتت ضوء الشمس وتُمَوِّه ظلال ثلاثيات الفصوص.



CHRISTOPHER MCROBERTS

Geology http://dx.doi.org/10.1130/G34158.1 (2013)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


MISHA AHRENS/PHILIPP KELLER

التصوير العصبي

خلايا مفردة تُرَى في الأدمغة بكاملها

يمكن لتقنية تصوير سريعة رصد نشاط العصبونات الفردية عبر دماغ يرقات سمكات، مما يتيح عرضًا تفصيليًّا وشاملاً لأدمغة الفقاريات.

قام ميشا أهرينس وفيليب كِلر - بمجمع بحوث جانيليا فارم في أشبورن، فيرجينيا - بتصوير أدمغة اليرقات الشفافة لسمكات الزيبرا (*Danio rerio*)، المُحورة وراثيًّا؛ لجعل عصبوناتها تومض عندما تنشط. وقام الباحثون بتحسين تقنية مجهر الصحيفة الضوئية التي تستخدم ضوء الليزر؛ لالتقاط الصور طبقة بعد طبقة، بزيادة سرعة التصوير. يستطيع الأسلوب الجديد تصوير دماغ يرقة سمك الزيبرا البالغ عمرها 5 أيام بأكمله خلال 1.3 ثانية، كاشفًا أكثر من 80% من مئة ألف خلية عصبية مفردة على مستوى الخلية الواحدة (انظر الصورة).

يقول الباحثون إن مثل هذه الصور قد تساعد الباحثين على رسم تفاصيل الأنشطة عبر الدماغ، وتبيِّن أيَّ أجزاء الدماغ تعمل معًا.

Nature Meth. http://dx.doi.org/10.1038/nmeth.2434 (2013)

لقراءة المزيد عن هذا البحث، انظر: go.nature.com/f8dtkd

علم الكواكب

انتقـال الكواكب عجّل بالتصادمات

PHILLIP STÖSSEL

أتاح كويكب فيستا Vesta المتميز بثور سطحه (الصورة) تلميحات وإشارات أكثر حول تاريخ النظام الشمسي المبكر.

ولّدَى انتقال الكواكب العملاقة - كالمشتري وزحل - إلى مكانها منذ حوالي 4.1 مليار سنة مضت، سحبت جاذبيتها المتغيرة شظايا الكويكبات النائية إلى مدارات لا مركزية للغاية. وبدورها، اصطدمت تلك الصخور الفضائية بكويكبات أخرى بسرعة عالية؛ فارتفعت درجة سخونتها؛ وتغيرت كيمياؤها.

وهذا السيناريو - المقترَح من قِبَل سيمون مارشي وزملاؤه بمعهد أبحاث ساوث ويست في بولدر، كولورادو - قد يفسر لماذا كان الكويكب فيستا يُضرَب بشكل متكرر منذ ما بين 4.1 مليار و3.4 مليار سنة. وتوحِي المحاكاة التي أجراها الفريق بأن الشهب كانت تقذف بسرعات أعلى بكثير مما كان يُعتقَد سابقًا، ولفترة دامت مئات الملايين من السنين.

Nature Geosci. http://dx.doi.org/10.1038/ngeo1769 (2013)

الطب

اختبار دم للحمض النووي للسرطان

الحمض النووي الذي يُذْرَف بمجرى الدم - نتيجة لموت خلايا السرطان - يمكن استخدامه يومًا ما لتشخيص ومتابعة المرض. فقد قام كارلوس كالداس وزملاؤه - بمعهد أبحاث السرطان في كمبريدج بالمملكة المتحدة - بتحديد مؤشرات وراثية لتتبع المرض لدى 30 امرأة يتلقين العلاج، لإصابتهن بسرطان ثدي متقدم.

ووجد الباحثون أن تقنية اكتشاف هذه المؤشرات في الحمض النووي للخلايا السرطانية في الدم كانت أكثر حساسية من الاختبارات التي تتبّع خلايا الورم المنتشرة، أو مستضد السرطان. وترتبط كمية الحمض النووي للورم - بشكل تقريبي أيضًا - بالاستجابة للعلاج.

ويقترح الباحثون أن اختبارات الدم على أساس الحمض النووي للورم يمكن أن تكون أسرع وأقل انتهاكًا لجسد المريض، مقارنةً بالخزعات.

N. Engl. J. Med. http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1213261 (2013)

البيولوجيا البِنْيَوية

أسـرار إشـارات السيروتونين

استطاع باحثون فك رموز البنية الجزيئية لاثنين من مستقبلات الناقلات العصبية المتقيدة إلى جزيئات العقاقير.

فقد قام بريان روث بكلية طب جامعة نورث كارولينا في تشابل، وهيل وريمون ستيفنز بمعهد أبحاث سكريبس في لايولا، كاليفورنيا، وزملاؤهما، بحل البِنْيَة البلورية لمستقبلات السيروتونين، المسماة (5-HT2B) التي يرتبط بها عقار الشقيقة «إرجوتامين»، المرتبط كيميائيًّا بثنائي إيثيل أميد حمض الليسرجيك (LSD)، مسبِّب فقدان التركيز والتوازن.

وفي دراسة أخرى متصلة، قام فريق بقيادة ستيفنز وإريك زو بمعهد بحوث فان أندل في جراند رابيدز، ميشيجان، بِحَلّ بِنْيَة مستقبِل سيروتونين آخر، هو 5-HT1B المقيّد إلى «إرجوتامين». وتبيِّن الاختلافات بين بنيتي المستقبلين كيف يمكن لعقاقير متماثلة أن تكون لها آثار بيولوجية مختلفة.

يقول الباحثون إن هذه الرؤية قد تساعد في وضع علاجات لمستقبِلات محددة، والحدّ من الآثار الجانبية.

Science http://dx.doi.org/10.1126/science.1232807 (2013); *Science* http://dx.doi.org/10.1126/science.1232808 (2013)

لقراءة المزيد عن هذا البحث، انظر: go.nature.com/yw8pdm

الكيمياء

حماية الحمض النووي في كهرمان السيليكا

إنّ درجات الحرارة المرتفعة، والمواد الكيميائية القاسية تحلِّل الحمض النووي، إذا لم يكن محميًّا بقشرة من السيليكا.

وقد قام روبرت جراس وزملاؤه - بالمعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا في زيوريخ - بتثبيت حمض نووي على جسيمات سيليكا مشحونة، ووضعوا طبقة سيليكا بسمك 10 نانومترات في الأعلى. تعرَّض الحمض النووي المغلف (المكبْسَل) لمختلف المؤثرات.. من أشعة قوية فوق بنفسجية، وحرارة رطبة بدرجة 120 مئوية، وهجوم بكيميائيات تفاعلية. وفي كل مرة، يمكن استرجاع الجزيء بإذابة السيليكا مع حمض ضعيف. وبقي الحمض النووي تقريبًا غير متضرر (يشبه الحمض النووي المتحجر المحمي في الكهرمان)، وله متتابعات يمكن قراءتها بسهولة.

استخدم الباحثون ضغطًا عند درجة حرارة 195 مئوية؛ لإنشاء أقراص بلاستيكية (الصورة) تحتوي على الحمض النووي المحمي، يقترح الباحثون إضافتها إلى السلع الاستهلاكية كشفرات "باركود" عالية الأمان.

Angew. Chem. http://dx.doi.org/10.1002/anie.201208135 (2013)



اختيـــار المجتـــمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

كيمياء

تجمُّع سلاسل طويلة شبيهة بالحمض النووي

الأكثر قراءةً على www.acs.org في شهر فبراير 2013

يمكن لسلاسل جزيئية طويلة جدًّا أن تتجمع ذاتيًّا من اثنين من المواد الكيميائية التي تشبه القواعد النيتروجينية، حسب قول نيكولاس هود وزملائه بمعهد تكنولوجيا جورجيا في أطلانطا.

وأظهر الفريق أن ثلاثة من كلٍّ من حمض سيانوريك المونومرات، ومُشتَقّات البْريميدين يمكنها تشكيل بنية نجمية. وعندما تقترن في الماء، تُكَدِّس النجيمات نفسها في سلاسل طويلة ذات طول يزيد عن ميكرومتر واحد، وهي أطول بنى قابلة للذوبان في الماء تجمَّعت ذاتيًّا من هذه الجزيئات الصغيرة، حتى الآن. وكانت الروابط الهيدروجينية والتراص بين المونومرات شبيه بتلك التي شوهدت بين القواعد النيتروجينية الفردية في الحمض النووي والحمض النّووي الرِّيبي. ويقدم هذا البحث تبصُّرًا لكيف يمكن لنظام ذاتي التجميع أن يوجد في عالم ما قبْل الأحياء.

J. Am. Chem. Soc. **135**, 2447–2450 (2013)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الأعصاب

ارتباط معيب يسبب داء الفصام

قد يكون ضعف مهارات التعلم والتفكير لدى الأشخاص المصابين بالفصام عائدًا لوجود خلل في الارتباط بين منطقتين بالدماغ.

استخدم جوشوا جوردون وكريستوف كيليندونك وزملاؤهما ـ بجامعة كولومبيا في نيويورك ـ الفئران، لمحاكاة تنشيط الدماغ غير الطبيعي لدى الأشخاص المصابين بالفصام عند أدائهم المهام الإدراكية. وقام الباحثون بتعديل الفئران وراثيًّا، بحيث يمكن لمُرَكّب صناعي تعطيل العصبونات في المهاد الظهراني الناصفي (بالدماغ) بشكل قابل للعكس. ووجد الباحثون أنه حتى الانخفاض الطفيف في نشاط هذه المنطقة بالدماغ قد غيّر الربط مع قشرة الفص الجبهي بالدماغ؛ وسبَّب ضعفًا في الإدراك.

ويشير هذا إلى أن تغيُّرات أنماط الدماغ في البشر المصابين بهذا المرض هي سبب حدوث المرض، وليس نتيجةً للعجز الإدراكي، حسب قول الباحثين.



KIM TAYLOR/NATURE PICTURE LIBRARY

اتصالات الحيوان

نحل الخلايا الأكبر يجد غذاءً أفضل

تستفيد مستوطنات نحل العسل الكبيرة من قدرتها الأكبر على جمع المعلومات. فقد منعت ماتينا دونالدسون ماتاسي وفريقها ـ بجامعة أريزونا في توسان ـ نحل العسل من الاتصال ببعضه خلال الرقص المتهادي (في الصورة)، ثم رصدت ما حدث في المستوطنات مختلفة الحجم.

كان النحل في المستعمرات الكبيرة التي جرت فيها الاتصالات بشكل عادي أكثر كفاءة في إيجاد الغذاء، إذ أرسل نحلات جديدة باحثة عن الغذاء إلى الموارد المعروفة مبكرًا بما يصل إلى أربع ساعات من المستوطنات الصغيرة، أو المستوطنات الكبيرة التي لم يتم نقل المعلومات فيما بينها خلال الرقص المتهادِي.

وحسب قول الباحثين.. يقدم هذا العمل بعض أدلة تجريبية أولى على أن الاتصالات مفيدة ـ بصفة خاصة ـ للمجموعات الكبيرة من الحشرات الاجتماعية.

Anim. Behav. **85**, 585–592 (2013)

الخلايا الجذعية

التيلوميرات تساعد الخلايا على التحول

تواجه الخلايا الجذعية صعوبة في حصولها على هوية خاصة، إذا كانت تيلوميراتها قصيرة، وهي أغطية واقية بنهايات صبغياتها.

والخلايا الجذعية مُتَعَدِّدة القُدْرات يمكن أن تصبح أي نوع من الخلايا في الجسم، ومعلوم أنها تتطلب تيلوميرات طويلة لتنمو طبيعيًّا. وكانت مجموعة بقيادة ليا هارنجتون ـ من جامعة إدنبرة البريطانية سابقًا ـ قد أفادت أن التيلوميرات هي أيضا مهمة لتمايز الخلايا الجذعية إلى أنواع أخرى. ووجد الباحثون أن الخلايا الجذعية الجنينية لفأر تم تقصير التيلومير الخاص به مخبريًّا لم تتمايز بشكل مستقر، وأن جين تَعَدُّد القُدْرات Nanog ـ الذي يصمت عادةً أثناء التمايز ـ نشط بشكل غير طبيعي في هذه الخلايا. كذلك تعطّلت في الجينوم بأكمله تعديلات الحمض النووي الكيميائية التي تؤدي عادة إلى استقرار التمايز.

ويرجِّح الباحثون أن طول التيلومير قد يكون له دور أيضًا في تمايز الخلايا الجذعية السرطانية في الجسم.

Cell Stem Cell **12**, 479–486 (2013)

علم النفس

إنهم ينظـرون إليــك

عندما لا يستطيع البشر تحديد موقع تَرَكُّز النظرة، يفترضون أن الناس ينظرون إليهم.

طلبت إيزابيل مارشال ـ تعمل حاليًا بجامعة الملكة ماري في لندن ـ وفريق عملها من متطوعين تحديد اتجاه نظرات وجوه مولّدة حاسوبيًّا. وعندما تم حجب الاتجاه الحقيقي للنظرة بتمويه صور عيون (الوجوه المولَّدة) حاسوبيًّا؛ ظنَّ المتطوعون الستة أن النظرات موجهة إليهم، حتى لو كانت العيون أو الوجوه مستديرة يسارًا، أو يمينًا.

وبرغم عدم وضوح هل هذه النزعة التحيُّزية جاءت بالتعلم، أم فطريًا، فقد تثبت فائدتها في توقع التفاعلات الاجتماعية. ويلفت الباحثون الانتباه إلى أن أمراضًا ـ كالتوحد ـ قد تم ربطها فعلاً بسلوكيات غير طبيعية للنظرات.

Curr. Biol. http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2013.03.030 (2013)

Neuron **77**, 1151–1162 (2013)

Nature Commun. **4**, 1600 (2013)

الرياضيات التطبيقية

الميكانيكا وراء أشواك الأصداف البحرية

إنّ أشواك الأصداف البحرية ـ التي توفر الحماية من الفكوك الساحقة للحيوانات المفترسة المحتملة ـ يُستدل بها كمثال على سمات مشابهة تطورت بشكل مستقل في الأنواع المختلفة.

ومؤخرًا، أمكن تفسير شكل هذه الأشواك باستخدام فيزياء تشكيل الأصداف البحرية.

وقد قام ديريك مولتون وزملاؤه ـ بجامعة أكسفورد، بالمملكة المتحدة ـ بصياغة نموذج للتفاعلات بين الحافة الصلبة للأصداف، وعباءة الرخويات التي تفرز مواد الأصداف الجديدة أثناء النمو. ويمكن أن تُفَسِّر اختلافات معدلات النمو وصلابة الأصداف الجديدة تنوعَ أشكال أشواك أصداف مختلف الأنواع في عائلات حلزون البحر، مثل عائلة الحلزونات الأرجوانية (الصورة).

ويرى الباحثون أن نموذجًا ميكانيكيًّا يمكنه أن يفسر أوجه التشابه بين أشواك أصداف مختلف الأنواع.

Proc. Natl Acad. Sci. USA http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1220443110 (2013)



MARTIN HARVEY/GETTY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


TOM BEAN/GETTY

علم المياه

أمطار أكثر على السهول الوسطى

إنّ تَغيُّر المناخ بَدّل دورة المياه أعلى حوض نهر المسيسيبّي؛ مما أنتج فصول صيف أكثر إمطارًا، وأوصلت جريانًا سطحيًّا كثيرًا إلى النهر (في الصورة).

وقد قام كريس فرانس وفريقه ـ بجامعة واشنطن في سياتل ـ بدراسة بيانات بين عامي 1918 و2007؛ وسجّلوا أن زيادة هَطْل الأمطار خلال شهري يوليو وأغسطس ـ خاصة بالجزء الشمالي الغربي من المنطقة ـ زاد تدفق التيارات بأعلى نهر المسيسيبّي.

وأظهرت النماذج الهيدرولوجية أنه برغم توسع مساحة الأراضي لأغراض الزراعة، زاد بالفعل الجريان السطحي ببعض أجزاء الحوض، بيد أن هذه التغيرات لم تكن كافية لتفسير التوجه العام. وترجح النتائج أن تغير المناخ قد يعرقل الجهود الرامية إلى الحد من تدفق الجريان السطحي الغني بالنيتروجين من نهر المسيسيبّي إلى خليج المكسيك، حيث المغذيات تخلق «مناطق ميتة» منخفضة الأكسجين.

Geophys. Res. Lett. http://dx.doi.

CHANG-SOO LEE

فيزياء الحالة الصلبة

الماس يدق كالساعات الذَّرية

إنّ العيوب في بلورات الماس يمكن أن تجعل ضبط الوقت بدقة أكثر ملاءمة.

ويتم اليوم تحقيق معايير ضبط الوقت الأكثر دقة بساعات تحتوي على غازات ذرية صعبة التصنيع. وعادةً ما توضع هذه الساعات فقط في مختبرات متخصصة، أو على الأقمار الاصطناعية، حيث تُستخدَم إشاراتها في تطبيقات معينة، مثل الاتصالات، والملاحة.

وقد اقترح ديرك إنجلند ـ بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كمبريدج حاليًا ـ وزملاؤه تصميمًا لحفظ الوقت باستخدام الماس الذي يحتوي على شوائب من النيتروجين. هذه الشائبة لها حالة دوران إلكتروني متذبذب، ويمكن أن يُكْشَف عنها باستخدام الضوء الذي ينبعث منها عند إثارتها بالليزر؛ وبالتالي يمكن أن توفر إشارة لضبط الوقت. وسوف يكون ذلك الجهاز الذي يعتمد على رقائق الماس قابلًا للحمل أكثر من الساعات الذرية، فضلًا عن سهولة دمجه في الصناعة التحويلية للحالة الصلبة.

Phys. Rev. A **87**, 032118 (2013)

سلوك الحيوان

سَـمَك مُمَوّه كيميـائيًّا

في برك المياه العذبة المظلمة والهادئة، يمكن لسمكة أن تستخدم وشاحًا من المواد الكيميائية؛ لتجوس خفية وراء الفريسة.

وقد قام وليام ريسيتاريتس بجامعة تكنولوجيا تكساس في لوبّوك، وكريستوفر بينكلي بجامعة أركاديا في جلينسايد، بنسلفانيا، بإعداد بِرَك مصطنعة، وسجّلا كيف تؤثر أنواع عديدة من السَّمَك المفترس على حركة الخنافس المائية، أو وضع الضفادع للبيض.

وضع الباحثان السَّمَك في غرف للفحص، بحيث تم عزله بصريًّا، وليس كيميائيًّا، وقاما بقياس استيطان البرك من قِبَل أكثر من عشرة أنواع من الفرائس.

تجنبت الفرائس البرك التي تحوي سمكًا معيّنًا، مثل سمك الخيشوم، وسمكة الشمس زرقاء التنقيط، لكن البرك التي تحتوي على سمك الفرخ (القرصان) ـ مفترسة الخنافس بشكل خاص ـ كادت أنْ تقارب في وجودها البرك الخالية من السمك، مما يوحي بأن هذا السمك يخفي رائحته.

وبرغم أن الخداع الكيميائي لأزواج محددة من المفترسات والفرائس قد تم تسجيله من قبل، إلا أن سمك الفرخ هذا قد يكون المثال الأول على التمويه الكيميائي المُعَمَّم، حسب قول الباحثين.

Am. Nat. http://dx.doi.org/10.1086/670016 (2013)

اختيـــار المجتـــمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

ديناميات الجزيء الواحد

تمايُل محركات الخلية باتجاه مواقع التقييد

الأكثر قراءة على www.cell.com بين 19 مارس، و2 أبريل

إنّ التصوير المحسّن فائق السرعة للجزيئات المفردة يظهر استخدام محركات البروتين لحركات عشوائية للتسلق نحو أهدافها.

وعندما تنقبض العضلات أو تنقسم الخلايا، تعتمد الحركات الضرورية على نتوءات تشبه الأقدام من بروتين «الميوسين»، تخطو في طريقها إلى مواقع التقييد على خيوط من بروتين الأكتين. ومن جانبهم، قام باحثون بقيادة ييل إي جولدمان ـ بجامعة بنسلفانيا في فيلادلفيا ـ بإلصاق صبغة إلى وحدات الميوسين، ثم استخدموا التبديل فائق السرعة للضوء المستقطَب من اتجاهات متعددة؛ لأخذ لقطات في نطاق الميكروثانية التي كشفت توجهات ودورانات الوحدات. وبعد فصله من أحد مواقع التقييد، يأخذ جزيء الميوسين خطوة إلى الأمام؛ تدفعه إلى حوالي ثلثي المسافة فقط باتجاه الموقع التالي. أمّا باقي المسافة، فيصلها بالدورانات الجامحة. وتستخدم المجموعة الآن الأسلوب نفسه؛ لكشف ديناميات المحركات الجزيئية المُنخرطة في عمليات معينة، كتخليق البروتين.

Biophys. J. **104**, 1263–1273 (2013)

المعلومات الكمية

فوتونات عالية الجودة من بلورات نانوية

من الممكن أن تنبعث الفوتونات المناسبة للاتصالات الكمية من مواد صلبة. والعقبة أمام بناء شبكات المعلومات الكمّية هي الحاجة إلى تيارات فوتونات متطابقة، تتذبذب متزامنة مع بعضها البعض. ويتم إنتاج مثل هذه التيارات بواسطة أشعة الليزر، لكن دمج هذه مع الإلكترونيات أمرٌ صعب.

وقد سجّل ميت أتاتور وزملاؤه بجامعة كمبريدج، بالمملكة المتحدة، توليدهم هذا التيار من البلورات النانوية شبه الموصلة، أو النقاط الكمّية. وتُبدي هذه النقاط ظاهرة تسمى «فَلْورة الرنين»، حيث يتوافق فيها رنين الفوتونات المنبعثة مع بعضها البعض، وتتذبذب متزامنة.

org/10.1002/grl.50262 (2013).

كيمياء المستحلب

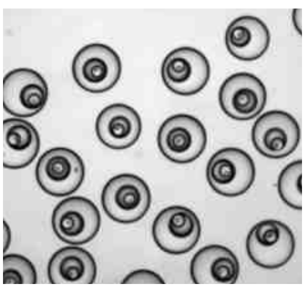
قطرات على طراز الدُّمْيَة الروسية

يمكن تجميع المستحلبات المعقدة ـ مثل كرات الزيت والماء المتداخلة في بعضها البعض ـ بخطوة واحدة، وذلك باستخدام جهاز بسيط، حسبما أفاد تشانج سو لي وزملاؤه بجامعة تشونجنام الوطنية في دايجيون، كوريا الجنوبية.

فقد قام الباحثون بنثر محلول مائي الأساس في تجويف دقيق، يفتح إلى قناة مجهرية مليئة بالزيت. وجهاز الموائع الدقيق هذا جعل القطرات تُشَكِّل مستحلبات ثنائية وثلاثية ورباعية (في الصورة)، اعتمادًا على تركيز المذيب. وبإضافة مادة منظفة؛ تمكَّن الباحثون من تكوين المزيد من التشكيلات.

ويرى الباحثون إمكانية استخدام هذه المستحلبات لصنع مواد وظيفية، مثل كبسولات العقاقير متعددة الحجرات.

Adv. Mater. http://dx.doi.org/10.1002/adma.201204657 (2013)



NATURE.COM

يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال:
go.nature.com/latestresearch

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ثلاثون يومًا موجز الأخبار

أبحاث

جينوم إنسان نياندرتال

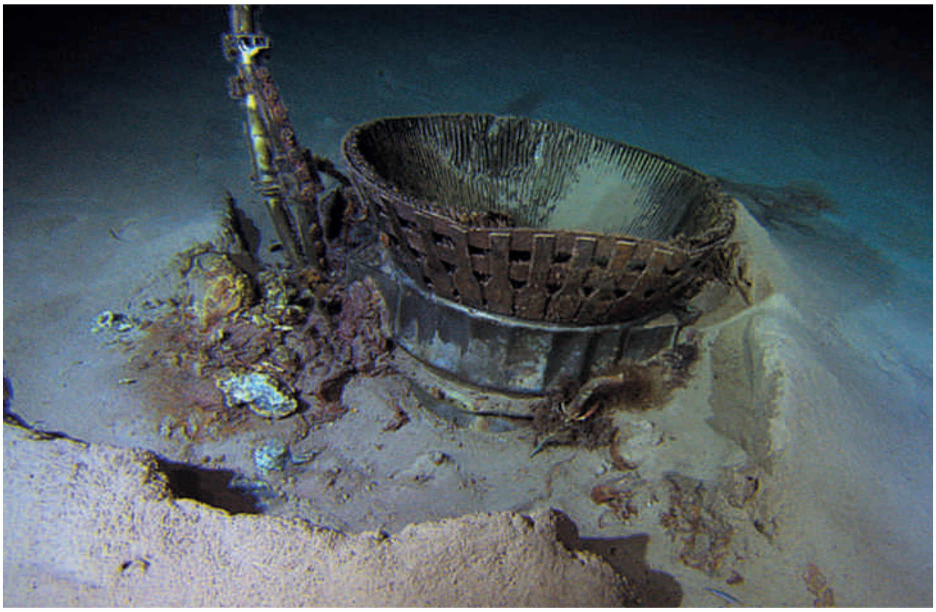
تم الانتهاء من تسجيل تسلسل جينوم إنسان نياندرتال من عظمة إصبع قدم، وُجدت في كهف بسيبيريا الوسطى. وقد أعلن باحثون في «معهد ماكس پلانك» لعلم الإنسان التطوري في مدينة لايبزيج بألمانيا، في 19 مارس الماضي، عن إنتاجهم تسلسل جينوم، جودته أفضل 50 مرة من مشروع جينوم نياندرتال الصادر في عام 2010 (R. E. Green *et al*. *Science* **328**,710–722; 2010). ويمكن للجينوم الأعلى جودةً ـ والمتاح على شبكة الإنترنت (انظر: go.nature.com/o2kd5d) ـ مساعدة باحثين على رسم التاريخ التطوري لإنسان نياندرتال، وأقاربه من إنسان دينيزوفان، والإنسان الحديث بدقة أكبر.

صور الانفجار العظيم

التقط تليسكوب الفضاء «پلانك» صورًا للوميض المتبقي من الانفجار العظيم، تُعدّ الأكثر تفصيلًا حتى الآن. وقد كشف علماء من «وكالة الفضاء الأوروبية» في 21 مارس الماضي عن نتائج التليسكوب؛ التي قد تقدِّم مفاتيح فَهْم لحظات الكون الأولى. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/utdcjm.

اختيار مستكشِفَيْن

اختارت وكالة «ناسا» في 5 إبريل الماضي مشروعين، تعتزم إطلاقهما في عام 2017 في إطار «برنامج المستكشِف للفيزياء الفلكية»؛ أقدم برنامج تشغله الوكالة على نحو مستمر. وسوف يبحث «القمر الاصطناعي لمسح الكواكب العابرة خارج المجموعة الشمسية» عن الكواكب التي تمر أمام النجوم الساطعة القريبة. ويُعدّ «مستكشِف التركيب الداخلي للنجوم النيوترونية» كاشفًا للأشعة السينية الكونية، الذي سيوضع على متن «محطة الفضاء الدولية». وقد قامت وكالة «ناسا» باختيار المشروعات الفائزة من أربعة مقترحات قُدمت في سبتمبر 2012، وأفادت بأن القائمين على المشروع قدموا "أفضل قيمة علمية، وخطط التنمية الأكثر جدوى". وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/nvbmy6.



انتشال محرِّكات أبولُّو من الأعماق

تمت استعادة أجزاء من محركات الصاروخ «ساترن 5»، الكائنة في قاع المحيط الأطلسي، وهو الصاروخ الذي ساعد وكالة «ناسا» في إرسال رواد فضاء بعثة أبولّو إلى القمر. ففي 20 مارس الماضي، وتحت قيادة چيف بيزوس ـ مؤسِّس شركة الإنترنت «أمازون» ـ أعلن فريق عملية استعادة المحركات عن استخراج قِطَع تكفي لإعادة بناء محركين من طراز إف-1؛ التي استُخدمت في دفع الصاروخ من منصة الإطلاق، ثم سقطت في البحر (في الصورة). وكانت وكالة "ناسا" قد أطلقت 13 صاروخًا من طراز «ساترن 5»، كل منها يعمل بخمسة محركات من طراز إف-1، بين عامي 1967، و1973. يقول بيزوس: "لقد اكتشفنا الكثير، وتوجد هناك حديقة منحوتات لا تُصَدَّق من محركات إف-1 الملتوية، التي تحكي قصة نهاية ناريّة عنيفة".

إتاحة بيانات تاميفلو

سلَّمت شركة «روش» Roche العملاقة في مجال الأدوية في مدينة بازل بسويسرا بيانات عن عقارها للإنفلونزا «تاميفلو» إلى منظمة «تعاونية كوكرين» Cochrane Collaboration؛ التي تجري مراجعات منهجية لأبحاث الرعاية الصحية، ومقرها مدينة أوكسفورد بالمملكة المتحدة. وقد أعلنت «المجلة الطبية البريطانية» BMJ هذه الخطوة في يوم 4 أبريل الماضي. وتأتي هذه الخطوة عقب محاولة سابقة، قامت بها شركة «روش»؛ للسماح بوصول أوسع إلى بياناتها، التي سبق أنْ أعلنت «تعاونية كوكرين»، و«المجلة الطبية البريطانية» أنها لم تكن كافية.

سياسات

اعتماد موازنة تقشُّف

أصبح مصير مستوى التمويل للبرنامج البحثي «هورايزون 2020» التابع للاتحاد الأوروبي في مهب الريح مجددًا، بعد رفض البرلمان الأوروبي في 13 مارس الماضي للموازنة العامة المقترَحة لسبع سنوات. وكان رؤساء الدول في اجتماع 8 فبراير الماضي قد اعتمدوا موازنة تقشُّف، قدرها 960 مليار يورو (1.2 تريليون دولار أمريكي)، عن الفترة من عام 2014 إلى 2020، يخصص منها نحو 70 مليار يورو لمبادرة «هورايزون 2020». وقد اعتمد البرلمان ـ الذي اقترح في نوفمبر 2012 موازنةً بحثية تتجاوز 100 مليار يورو ـ سقف الإنفاق، ولكنه أراد تحويل الأموال غير المصروفة من أحد المجالات؛ لإنفاقها على مشاريع في مجال آخر، بدلًا من إعادتها إلى الدول الأعضاء، وكذلك اعتمد القيام بمراجعة الموازنة في عام 2014.

اتفاقية لحماية الأنواع

أسبغت الدول الأعضاء في اتفاقية لحماية الحيوانات حمايةً إضافيةً على أنواع متعددة من سَمَك القرش والشفانين، مِنْ ضِمْنها القرش ذو الطرف الأبيض المحيطي (في الصورة). وأضفَى المجتمعون في

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



DAVID FLEETHAM/NATURE PICTURE LIBRARY

بانكوك في الأسبوع الماضي، ضمن «اتفاقية التجارة الدولية في الأنواع المهددة بالانقراض من الحيوانات والنباتات البرية» CITES، حماية إضافية كذلك على أنواع مختلفة من أشجار الخشب الصلب الاستوائية إلى الملحق الثاني لمؤتمر الاتفاقية؛ الذي يضع قيودًا على تجارتها. وقد قَبِل مندوبو الدول مقترحات بزيادة التحليل الجنائي للعاج المُصادَر؛ من أجل مكافحة الصيد الجائِر للفيلة الأفريقية، لكنهم رفضوا فَرْض حماية إضافية على الدببة القطبية. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/ro76uc.

حملة الصين للنظافة

قررت سلطات بكين إنفاق 100 مليار رينمينبي (16 مليار دولار أمريكي) في مسعى لتنظيف هواء المدينة وأرضها ومياهها في غضون ثلاث سنوات. وتشمل الخطة المعلَنة في 28 مارس الماضي تدابير محددة؛ مثل إغلاق مواقع البناء غير القانونية، وإقامة محطات لإعادة تدوير المياه، وإنشاء مقر طوارئ للتعامل مع المشاكل المتفاقمة المتعلقة بنوعية الهواء. وكانت شنجهاي قد أطلقت خطة لمكافحة تلوث هوائها في مطلع إبريل الماضي، تنص على اتخاذ تدابير طارئة عندما تنخفض جودة الهواء عن حد معين. وتشمل هذه التدابير وقف مشاريع البناء، واستخدام الغاز الطبيعي، بدلًا من الفحم في توليد الطاقة.

تغيُّر المنــاخ

وَجد مسحٌ نُشر في 28 مارس الماضي أن ما يزيد على 80% من الأمريكيين يعتقدون أن درجة حرارة الكوكب تتزايد؛ وعلى المجتمعات الساحلية الاستعداد بشكل أفضل لارتفاع منسوب مياه البحار، ولعواصف أقوى. ومع ذلك.. فإن الاستطلاع الذي أجراه علماء في جامعة ستانفورد بولاية كاليفورنيا، وجد كذلك أن الجمهور الأمريكي لا يريد من الحكومة تغطية نفقات التكيُّف مع ظاهرة تغير المناخ. وقال معظم مَنْ شملهم الاستطلاع، البالغ عددهم 1174 شخصًا، إن أولئك الذين يعيشون في مناطق معرضة للخطر، عليهم تحمُّل تكاليف جعل مجتمعاتهم أكثر تكيفًا. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/z23dot.

شخصيات

لُورْش مديرًا للعلوم

عَيَّنَ «المعهد الوطني للعلوم الطبية العامة» جون لورش مديرًا جديدًا في 25 مارس الماضي. ويتبع المعهدُ «معاهدَ الصحة الوطنية الأمريكية»، ومقرها مدينة بيثيسدا بولاية ميريلاند. ويرأس لورش ـ عالم الكيمياء الحيوية في جامعة جونز هوبكنز في مدينة بالتيمور بولاية ميريلاند ـ رئاسة معهد الأبحاث الأساسية، الذي تبلغ موازنته السنوية 2.4 مليار دولار أمريكي. وقبل تعيين لورش، كانت جوديث جرينبرج تقوم بأعمال المدير منذ عام 2011.

توتُّرات أسـترالية

أصبح لدى أستراليا وزير جديد رابع للعلوم والبحوث في أقل من 16 شهرًا، بعد تعيين كريج إيمرسون في المنصب من قِبَل رئيسة الوزراء جوليا جيلارد في 25 مارس الماضي. وعدم الاستقرار المقلق هو نتيجة لتوترات في القيادة، منذ خلافة جيلارد لرئيس الوزراء السابق كيفين رَد في عام 2010. وكان وزير العلوم السابق كريس بوين (المؤيد لكيفين رَد) قد استقال في 22 مارس الماضي، بعد محاولة فاشلة للإطاحة بجيلارد. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/jde9dw.

أحداث

خادِم طَبْعَات مسبقة

أطلقت مجلة «پير چيه» PeerJ للوصول الحر خادمًا من أجل الطبعات المسبقة (PeerJ PrePrints) للعلوم البيولوجية والطبية؛ بحيث يُمَكِّن الكُتّاب من تحميل مسودات المقالات، أو النسخة النهائية منها. ولكي يستطيع الكُتّاب إرسال أكثر من ورقة واحدة في السنة للنشر، يتعين عليهم دفع رسوم عضوية مجلة «پير چيه» بالكامل. وتهدف الخدمة إلى تحفيز ثقافة تبادل الطبعات المسبقة بين باحثي الطب الحيوي الذين لا يستخدمون خادم الطبعات المسبقة الأَشْهَر (arXiv) على نطاق واسع، على النقيض من علماء الفيزياء والرياضيات.

إنفلونزا الطيور H7N9

ارتفعت الخسائر البشرية، نتيجة انتشار إنفلونزا الطيور H7N9، إلى 24 إصابة، وثماني حالات وفاة، بينما كانت مجلة «نيتشر» في طريقها إلى المطبعة. وتوالت الأحداث على طول الساحل الشرقي للصين، وتركزت في مدينة شنجهاي، حيث وقعت خمس حالات وفاة. وقد قامت السلطات الصحية بالكشف على مئات من المخالطين للمصابين، ولكن حتى الآن لم يتم العثور على دليل لانتقال الفيروس من شخص إلى آخر.

أعمال

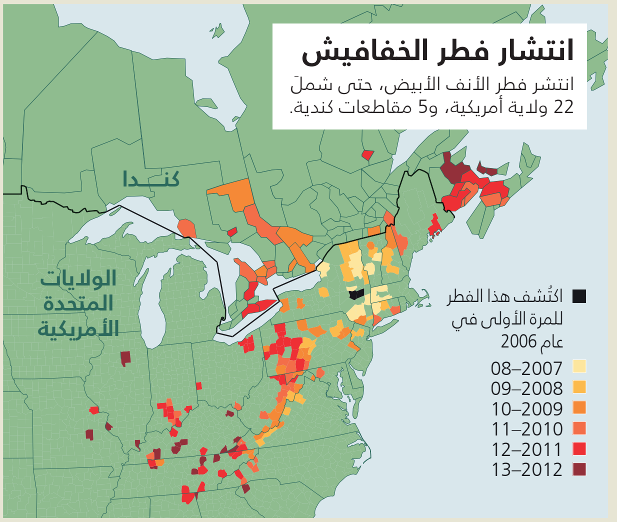
رَفْض براءة اختـراع

أصدرت المحكمة العليا الهندية في مطلع إبريل الماضي حكمًا برفض محاولة شركة «نوفارتس» السويسرية للأدوية الاحتفاظ ببراءة اختراع عقار مضاد للسرطان؛ يُسمى «جليڤيك»/(ايماتينيب ميسايليت). يرجع السبب إلى أن قانون براءات الاختراع في الهند يحدّ من قدرة شركات الأدوية على إجراء تعديلات طفيفة على العقاقير؛ من أجل إطالة عمر براءات اختراعها، وهو تكتيك جديد يُعرف بالتجديد التلقائي. وأعلنت المحكمة العليا الهندية في حيثيات الحكم أن دعوى شركة «نوفارتس» للحصول على براءة اختراع على نسخة معدلة من العقار «جليڤيك» قد "فشلت في كل من اختبارات الاكتشاف، وبراءة الاختراع". وكان دعم البلاد للأدوية المثلة الرخيصة قد أسهم في خفض الأسعار، لا سيما الأدوية المضادة لفيروس نقص المناعة البشرية، لكن شركات الأدوية تشكو من أن الحكم يضعف من حقوق الملكية الفكرية، ويثبط الابتكار. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/csqesi.

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة من خلال:
go.nature.com/news

مراقبة الاتجاهات

تم رصد متلازمة الأنف الأبيض ـ وهو مرض فطري يصيب الخفافيش ـ هذا الشهر في ولايتين جديدتين، هما: جورجيا، وكارولينا الجنوبية. ومن المرجح أن تكون العدوى القاتلة التي تجتاح أمريكا الشمالية، وتكتسب اسمها من نمو فطري أبيض على أنوف الخفافيش قادمةً من أوروبا، حيث ينتشر فطر *Geomyces destructans* بصورة وبائية. ومنذ ظهوره للمرة الأولى في نيويورك عام 2006، انتشر الفطر بصورة بشعة، حتى امتدّ إلى 22 ولاية أمريكية، و5 مقاطعات كندية؛ وراح ضحيته نحو 7 ملايين خفاش.



SOURCE: CAL BUTCHKOSKI/PA GAME COMMISSION

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبــار في دائرة الضـوء

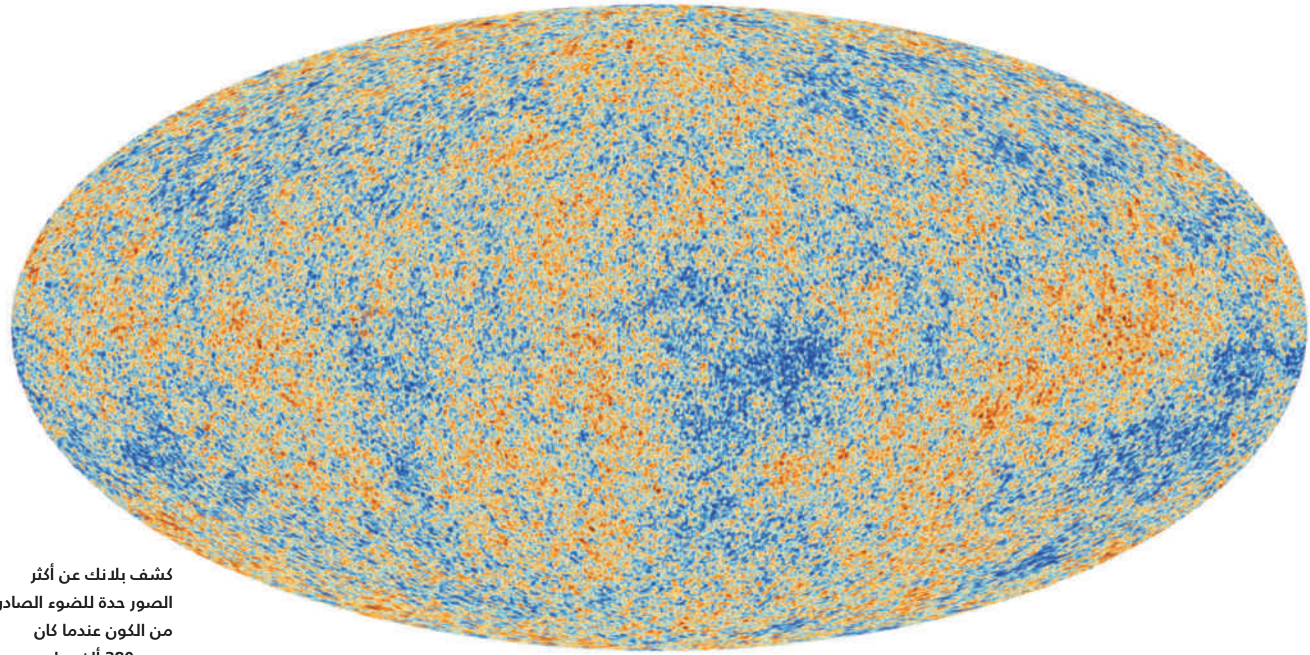
الطاقة الطفرة النفطية تطرح قضايا ملحّة، كتأثير نيـران الغـاز على البيئـة **ص. 20**

الطـب البيـولوجي مطالعة انقضاض متمهِّل على السرطان **ص. 24**

الفيزيـاء فيزياء هيجز بوسائل رخيصة الثمن؛ مما يدفع إلى دراسة جسيم آخر **ص. 25**



أبحاث طويلة المدى أطول التجارب العلمية في العالم **ص. 34**



PLANCK COLLABORATION/ESA

كشف بلانك عن أكثر الصور حدة للضوء الصادر من الكون عندما كان عمره 380 ألف عام.

علوم الكون

بلانك يرسم الكون الوليد

تليسكوب فضائي يغربل نظريات الخلق العجيبة بخريطة ميكروويف فائقة الدقة.

مارك بيبلو

إنها خريطة الكنز الأقصى بالنسبة إلى الفلكيين. ففي 21 مارس، أفرج فريق تليسكوب بلانك الفضائي عن الخريطة الأعلى دقةً حتى الآن لخلفية إشعاع الميكروويف الكونية (CMB)، أو الوميض الخافت المنتشر في كل أرجاء الكون عقب الانفجار العظيم. وتتويجًا لما يناهز الخمسين سنة من دراسة «خلفية المايكروويف الكونية»، تسجل الخريطةُ الملامحَ الدقيقة للكون الوليد. وبذلك.. تُثبِّت معامِلات، هي مفاتيح الكون الآن.

وتكشف التقلبات الدقيقة المبثوثة بالخريطة عن كونٍ آخذ في الاتساع، لكن أبطأ قليلًا مما كان يُعتقد. ويخفض ذاك مقدارَ «الطاقة المظلمة» المقاومة للجاذبية إلى 68.3% من الكون، كما يضيف قليلاً من المادة المظلمة غير المرئية للخليط. ويعني ذلك أيضًا أن الكون أقدم قليلاً؛ فعمره 13.82 مليار سنة، مع إضافة بضع عشرات من ملايين السنين إلى القيمة المحسوبة سابقًا. وتبين الخريطة أن عدد «نكهات» النيوترينو المتغلغة في الكون ربما يقف عند ثلاث. ولو كانت هناك رابعة؛ لَتمدَّد الكون بسرعة أكبر أثناء لحظاته الأولى.

وتمثل هذه النتائج تنقيحًا لأرقام تم الحصول عليها بواسطة البعثات السابقة، مثل مسبار ولكنسون لقياس تباين موجات الميكروويف (WMAP). وحيث ترقب مركبة بلانك الفضائية السماء من نقطة مراقبة بأفضلية مسافة تبعد 1.5 مليون كيلومتر، فإنها تزداد أرضًا جديدة في دعمها للنظرية السائدة التي تصف لحظة ما بعد الانفجار العظيم. إن النظرية المعروفة بالتضخم الكوني ترى أن التوسع السريع الذي لا يمكن تصوره انتهى بعد 10^{-32} من الثانية، أو نحو ذلك، وأن الكون قد تعاظم من نقطة دون الذرة حجمًا إلى شيء في حجم ثمرة الليمون الهندي (الجريب فروت) التي استمرت في التمدد بعد ذلك بوتيرة مهيبة. وهذا النمو الطافر من شأنه أن يساعد في تفسير سبب تجانس الكون الذي نراه اليوم على أكبر المقاييس، والذي ما زال مليئًا بكتل وخيوط وألواح من المجرات.

NATURE.COM
للمزيد حول بعثة بلانك، انظر:
go.nature.com/ylwzmu

يقول جو دنكلي، عالم الفيزياء الفلكية بجامعة أكسفورد البريطانية: «قد يكون بلانك عثر على خطأ فاحش فيما يتصل بتضخم الكون»، ويضيف دنكلي، الذي درس البيانات الواردة من بلانك ومسبار وولكنسون: «بدلًا من ذلك، حصلنا على دليل جديد أن هذا التمدد قد حدث بالفعل».

وفي الدقائق التي تلت انفجار التضخم، تشكلت الجسيمات، مثل الإلكترونات والبروتونات من مرجل المادة الأولى، وبدأت الفوتونات تتواثب وترتد في المحيط ككرات ألعاب القمار، ثم مضت 380 ألف سنة قبل أن تبرد البلازما المشحونة إلى ذرات متعادلة، وبذا.. أمكن لتلك الفوتونات الانطلاق بِحُرِّية. واليوم، تشكل الفوتونات «خلفية المايكروويف الكونية»، وتحمل معها بصمة التقلبات الكمية التي كدرت الكون المتضخم.

وبينما تُرى على الخريطة كتغايرات متناهية الصغر، تتراوح حول متوسط درجة حرارة قدره 2.7 كلفن، فقد تعاظمت التقلبات التي أدت إلى تغيرات في كثافة المادة بنهاية الأمر لتصير مجرات تُرى اليوم. يقول بول شلَرد عالم كونيات بلانك بجامعة كمبريدج ◄

البريطانية: «كل البِنَى التي نراها اليوم في الكون تأتي من هذه القلاقل الصغيرة».

إن التضخم الذي طرحه في عام 1980 ألَن جوث، الفيزيائي حاليًّا بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كمبريدج، يتنبأ بأن نطاقًا من الاختلافات في درجة الحرارة يجب أن يتبع منحنى يشبه الناقوس ـ توزيع جاوسي Gaussian سلس. ووجد علماء الكونيات في البعثات السابقة تلميحات إلى أن التوزيع ليس بهذه السلاسة، ما يوحي بأن عمليات أخرى ضالعة في تضخم الكون (انظر: «نيتشر»:http://doi.org/ bgjd86). وحتى الآن، تبدو بيانات درجات الحرارة الواردة من بلانك بمعظمها جاوسية تمامًا، والنظريات القياسية للتضخم الكوني تبدو آمنة أكثر من أي وقت.

«لقد ولى زمن كثير من نماذج الباروك التضخمية»، بحسب بول ستاينهارت؛ عالم الفيزياء النظرية بجامعة برنستُن، نيوجيرسي، الذي حاول إيجاد ثغرات في نظرية التضخم، بطرح نظريات مثل «نظرية الأجيج»، التي تتذرع بكَوْن حلقي يموت ويُبْعَث في سلسلة ارتدادات كبيرة.

إنّ المسألة الكونية لم تُغلق بعد. وبعض تفاصيل خريطة بلانك تبدو شاذة؛ فهناك «رقعة باردة»، مثلاً، وقسم أكبر من البقع الساخنة في جانب واحد من السماء. كذلك، فإن قيمة ثابت هابل المعينة بواسطة تليسكوب بلانك، التي تصف معدل تمدد الكون، جاءت بشكل مدهش، أقل مقارنة بتقديرات أُجْرِيَت بواسطة تقنيات فلكية أخرى، ربما كإشارة إلى فيزياء جديدة أخذت سبيلها.

أما التأكيد التام للتضخم ـ ومفاتيح حول ما يدفعه قدمًا ـ فسيعول على الخصائص المُفَصَّلة لفوتونات «خلفية المايكروويف الكونية». إن لحظة انفطار التضخم لا بد أنها زعزعت نسيج الزمان والمكان ذاته، مما يستتبع موجات جاذبية. وهذه بدورها ربما تركت نمطًا في استقطاب الفوتونات. ويتوقع فريق بلانك الإفراج عن بيانات الاستقطاب في مطلع العام المقبل. يقول جورج إفستاثيو، مدير معهد كافلي للكونيات في كامبريدج، المملكة المتحدة، وأحد قادة الباحثين في معطيات تليسكوب بلانك: «إنْ وجدنا موجات جاذبية، فكأننا قد حصلنا على جائزة نوبل. إنه شأن عظيم».

إن إشارة الاستقطاب الخافتة للغاية قد تكون بعيدة عن متناول مجسات بلانك. وتليسكوبات الميكروويف الأرضية، مثل تليسكوب «مصفوفة كيك» Keck Array بالقارة القطبية الجنوبية، التي تتعقبها أيضًا، رغم أنها حسيرة النظر، إذ تقتصر على رصد أحد نصفي الكرة السماوية فقط، ومحدودة بترددات ميكروويف معينة، لأن أكسجين الغلاف الجوي للأرض يمكنه حجب بعض فوتونات خلفية المايكروويف الكونية. وبحسب قول تشارلز لورنس، من مختبر «ناسا» للدفع النفاث في باسادينا، كاليفورنيا، وأبرز علماء تليسكوب بلانك بالولايات المتحدة، قد يستلزم الأمر تليسكوبًا فضائيًّا آخر لإنهاء المهمة، أو ربما بعثة فضائية، أو عقودًا بعيدة، لرصد موجات الجاذبية مباشرة.

وفيما يتصل بتغايرات درجات الحرارة، يقول لورنس إن الفلكيين سيضطرون للرضا ببلانك، الذي «يستخلص تقريبا كل العصير الذي يمكن استخلاصه من خلفية المايكروويف الكونية». وهو يجد هذا العصير حلوًا جدًّا، حتى لو ترك بضعة أسئلة بعيدة المنال. يقول لورنس: «لدينا فكرة جيدة عن ماهية الكون، ولكننا لا نملك أدنى فكرة عن سبب وجوده»، ويضيف بمرح ظاهر: «إن الأمر ممتع، أليس كذلك؟». ■



DANIEL ACKER/BLOOMBERG VIA GETTY

غالبًا ما يتم حرق الغاز الطبيعي الناتج من آبار النفط بولاية داكوتا الشمالية، بدلًا من جَمْعه وبيعه.

الطاقة

الطفــرة النفطيــة تثيــر قضــايا مُلِحَّــة

ربما يضيف غاز الميثان غير المحترق لتأثير نيران الغاز على البيئة بداكوتا الشمالية.

جيف توليفسون

عندما حلق بول شيبسون بطائرته ذات المحرك المزدوج فوق حوض ويليستون بولاية داكوتا الشمالية في شهر يونيو الماضي، كانت المظاهر السلبية لاقتصاديات طفرة حديثة بقطاع الطاقة واضحة تمامًا للعيان. رأى شيبسون ـ وهو كيميائي الغلاف الجوي بجامعة بوردو في ويست لافاييت، إنديانا ـ ألسنة اللهب يصل ارتفاعها إلى 10 أمتار تتلوى مع الريح، بينما يتم حرق الغاز الطبيعي الناجم عن استخراج الزيت الصخري. ويعتبر هذا الغاز مصدرًا قيِّمًا، لكنه يبقى مجرد إزعاج، عندما لا يجد طريقه إلى أنابيب نقل الغاز.

في عام 2011، قام منتجو النفط في داكوتا الشمالية بحرق 1.4 مليار متر مكعب من الغاز الطبيعي، بحسب إدارة معلومات الطاقة في واشنطن العاصمة. ويمثل ذلك حوالي 32% من المجموع الكلي للغاز الذي تنتجه الولاية، وهو كاف لتدفئة حوالي 700 ألف منزل. ازداد حرق الغاز في 2012، وبدأ العلماء حاليًّا في تقييم مدى إسهام ثاني أكسيد الكربون الناجم عن عملية الحرق في زيادة البصمة المناخية للنفط، وكيف يؤثر الكربون الأسود وملوثات أخرى في جودة الهواء المحلي. وكان شيبسون قد بدأ أيضًا باكتشاف أدلة على وجود تهديد خفي: سحابات من الميثان النقي، وغاز احتباس أقوى كثيرًا من ثاني أكسيد الكربون، يبدو وكأنه يتسرب من البنية التحتية لعمليات النفط والغاز، أو يُطلق إلى الهواء عن طريق مستخرجات النفط التي لا تشتعل. ورغم أنه لم يحسب بعد القيمة الكلية لانبعاثات الميثان، يقول شيبسون إن الطاقة الآتية من هذا الحوض قد تشكل ثمنا بيئيًّا باهظًا، يتجاوز ما يدركه الكثيرون.

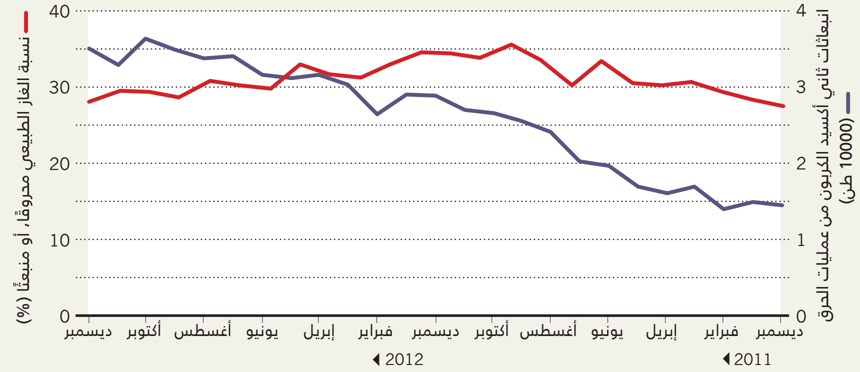
وعلى مدى سنوات عديدة ماضية، استخدمت الشركات تقنيات التصديع المائي نفسها، التي حفزت طفرة الغاز الأوسع في الولايات المتحدة لحفر آلاف من آبار النفط في تكوين الطين الصفحي في حقل باكين الذي يمتد عبر ولايات داكوتا الشمالية ومونتانا ومقاطعة ساسكاتشوان الكندية. وتحرك أسعار النفط المرتفعة هذه الطفرة، التي يتنبأ البعض أنها ستجعل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


THOMAS DEERINCK, NCMIR/SPL

عاليًا في الدخان

تتراوح نسبة الغاز الطبيعي الذي يتم حرقه أو انبعاثه خلال عمليات استخراج الزيت الصخري في داكوتا الشمالية حوالي الثلث، لكن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون ازدادت مع طفرة الإنتاج.



SOURCE: CLEAN AIR TASK FORCE/EIA

الولايات المتحدة أكبر منتج عالمي للنفط بحلول عام 2020. وحاليًا، الشركات التي تقوم ببناء خطوط أنابيب النفط ومنشآت معالجة الغاز غير قادرة على مواكبة حركة الاستكشاف والإنتاج. ويتم حاليًا نقل حوالي 65% من النفط المستخرج من حقل باكين عبر السكك الحديدية، لكن الغاز الطبيعي الخام المتدفق كالفقاعات مع إنتاج النفط ـ وهو مزيج من الهيدروكربونات الخفيفة السائلة، وغازات مثل: البروبان والبيوتان والميثان ـ يحتاج إلى أنابيب وعمليات معالجة معًا، حسب قول رستي برازيل من شركة RBN للطاقة، وهي شركة استشارية مقرها هيوستن، تكساس. ويتم شحن بعض الغاز السائل إلى كندا، إذ يُستخدم لتخفيف تركيز البيتومين الخام من رمال القطران في ألبرتا؛ لشحنه إلى الولايات المتحدة ثانيةً، لكن الإنتاج حتى الآن تفوَّق على الطلب، حسب قول ريتش ألونزو، شريك بمؤسسة بريسويل وجولياني، القوة الضاغطة في صناعة النفط بواشنطن، حيث الإنتاج «لا مكان له ليذهب إليه».

مشكلة حارقة

الثمرة الظاهرة لهذا النشاط هي الكثير من الحرق. فقد ارتفعت مستويات الحرق في داكوتا الشمالية لأكثر من ستة أضعاف بين عامي 2006 و2011، كما زاد مجمل الحرق في الولايات المتحدة بنسبة 62% خلال الفترة نفسها، حسب أرقام إدارة معلومات الطاقة. وتُظْهِر بيانات الأقمار الصناعية ـ من الباحثين بالإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي في بولدر، كولورادو ـ أنه حتى قبل طفرة النفط الصخري كانت الولايات المتحدة تحرق كميات من الغاز أكثر من جميع الدول معًا، باستثناء قلة منها، تضم روسيا، ونيجيريا، وإيران، والعراق.

ويقوم أنصار البيئة بالضغط على حكومة داكوتا الشمالية؛ لإيقاف الحرق، والمطالبة باستخدام الغاز لإنتاج الكهرباء، أو إعادة معالجته ليصبح منتجات قابلة للاستخدام، كالمخصبات. ويعمل العلماء ورواد الأعمال على إنشاء مصافٍ متحركة يمكن نشرها في حقول الإنتاج لمعالجة الغاز المحصور. وعلى المستوى الفيدرالي، يطالب أنصار البيئة وكالة حماية البيئة بتقنين انبعاثات الميثان في الجو تحت طائلة قانون الهواء النظيف، لكن لا يبدو الحل ظاهرًا للعيان.

يقول براد كرابتري، مدير السياسات في معهد السهول الكبرى، وهي مؤسسة دعم بيئية، مقرها مينيابوليس، مينيسوتا: «يتم التعامل مع المشكلة وكأنها مشكلة بنية تحتية، لكنني أراها في الأساس مشكلة تقنين وتشريع». ويضيف: «يمكن للصناعات أن تتحمل إدارة قضية الغاز، وينبغي مطالبتها بذلك»، لكنّ المسؤولين في الصناعة يردون بأن مثل هذا التقنين سيؤدي إلى إبطاء التوسع المتسارع الحاصل في البنية التحتية لهذه الصناعات.

ركز شيبسون تحرياته بدايةً على ألسنة اللهب، آملًا في قياس مستوى الملوثات التي تنبعث منها، وما هي كمية الميثان غير المحترق الذي كان يتسرب منها. قام شيبسون وفريقه بالتحليق عبر السحاب الناجم عن 11 موقعًا رئيسًا للحرق، ووجدوا أنها عالية الكفاءة وتحرق كل الميثان باستثناء 0.1%، لكن الفريق قام أيضًا بتوثيق وجود سحابات عديدة من ميثان نقي، مما يشير إلى أن الغاز الطبيعي يتسرب بدوره بشكل مباشر نحو الغلاف الجوي بعدة مواقع. ويعتبر هذا أمرًا مثيرًا للقلق، لأن الميثان ـ جزيئًا بجزيء ـ له قدرة على تسخين الغلاف الجوي أكثر بخمس وعشرين مرة، مقارنة بجزيء ثاني أكسيد الكربون.

وتبقى كميات الميثان المتسربة نحو الغلاف الجوي غير واضحة تحديدًا، وكذلك مصادرها، مع أن البعض يرجح أن الحرق ليس ممارسة واسعة النطاق كما يُعتَقَد. يقول ديفيد مكّيب، وهو عالِم بالغلاف الجوي من مجموعة عمل الهواء النظيف ـ مجموعة بيئية ناشطة، مقرها بوسطن، ماساشوستس ـ وموَّلت هذا العمل البحثي: «ليس لدينا تقديرات لحجم تسريب من حقل باكين فيما يتعلق بانبعاثات الميثان، لكنْ إذا كنتَ ستقوم بحرق الغاز على أي حال، فربما لن تكون حَذِرًا بما فيه الكفاية».

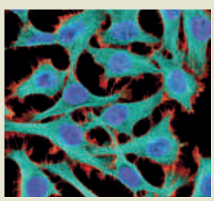
بدأ العلماء مؤخرًا في دمج هذه المعلومات في تقييمات دورة حياة غازات الاحتباس الحراري الناجمة عن تنمية مصادر النفط الصخري. ويعتبر النفط المستخرج من تكوينات باكين خامًا خفيفًا عالي الجودة، إذ ينتج كميات من ثاني أكسيد الكربون أقل كثيرًا من النفط الثقيل المستخرج من رمال القطران الكندية أو من فنزويلا، لكن لا أحد يعلم يقينًا كيف تؤثر تسريبات الغاز الطبيعي وعمليات الحرق في هذه المعادلة. وبافتراض أفضل السيناريوهات الممكنة ـ المتمثل في حرق كافة كميات الميثان ـ يقدر مكّيب أن عمليات الحرق ولَّدت 4 ملايين طن من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في 2012 (انظر «عاليًا في الدخان»)، وهذا يعادل تشغيل محطة طاقة كهربائية متوسطة الحجم تعمل على الفحم في البراري. يمكن للميثان المتسرب أن يضيف كثيرًا إلى تلك الآثار المناخية.

« إذا كنتَ ستحرق الغاز على أي حال، فربما لن تكون حَذِرًا بما فيه الكفاية».

يقول شيبسون إنه يأمل في الحصول على قراءة أوضح لتسريبات الميثان خلال جولة ثانية من البحث هذا العام، لكنه قلق من الصورة الكبيرة.. فـ«عندما تحلق فوق المنطقة، يصدمك الحجم الكبير للتطوير هناك». ويقول: «نحن نعيد الاستثمار بشراسة في الوقود الأحفوري، وسيكون ثمن كل هذا تأثيرات مؤكدة وكبيرة على تغيُّر المناخ». ■

المزيد أونلاين

القصة الرئيسة

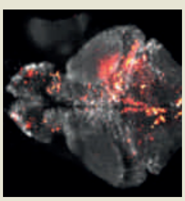

THOMAS DEERINCK, NCMIR/SPL

● فك المتتابعات الوراثية يكشف أن جينوم خلية HeLa حافل بالأخطاء.
go.nature.com/inxzuw

مزيد من الأخبار

● أجرام فائقة الكثافة خارج النظام الشمسي قد تمثل نوعًا جديدًا من الكواكب.
go.nature.com/3tti6q
● الطيور المبكرة حلقت بأربعة أجنحة.
go.nature.com/6zem1p
● أوباما يعلن خطة لتخليص السيارات الأمريكية من البنزين. go.nature.com/zdzpyd

فيديو


MISHA B. AHRENS & PHILIPP J. KELLER

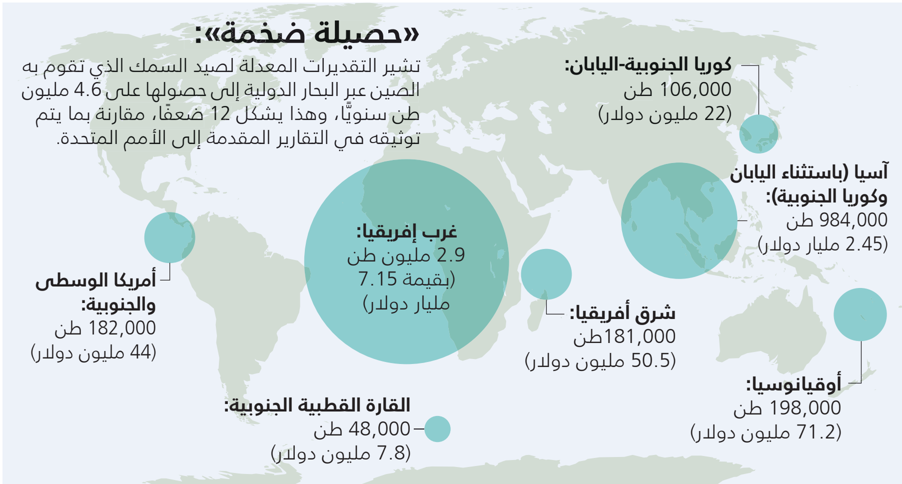
تصوير كامل لدماغ سمكة، يُظْهِر نشاطها من خلال العصبونات الفرادى.
go.nature.com/viqdja

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البيئة

دراســة تكشف صيــدًا جائـــرًا للسَّمَك

يهدد الصيـــد المفرط للسمك من قِبَل السفـن الصينيــة سبل المعيشة والأنظمة البيئـة بغرب أفريقيـا.



SOURCE: PEW CHARITABLE TRUSTS

كريستوفر بالا

إنه صيد هائل بأكثر من طريقة.. فالصين تقوم بتقليل أرقام حجم صيدها عبر البحار في تقاريرها الرسمية بعدة أضعاف، حسب دراسة[1] نُشرت في 23 مارس الماضي. تُعتبَر المشكلة حادة وخطيرة بشكل خاص في مصائد السمك الغنية بغرب أفريقيا، حيث يهدد غيابُ الشفافية في الإبلاغ عن كميات الصيد الجهودَ الرامية إلى تقييم الصحة البيئية للمسطحات المائية.

يقول دانيال بولي، عالِم مصائد السمك بجامعة كولومبيا البريطانية في فانكوفر، كندا، وقائد الفريق الذي أعد الدراسة: «لا نستطيع أن نقيّم حالة المحيطات، بدون معرفة ما الذي يتم صيده منها». وتؤدي غلة الصيد التي لا يُعلَن عنها إلى تعطيل مهنة الصيد التقليدية التي تساعد في إطعام مجتمعات غرب أفريقيا، حسب ما قاله بولي.

ولطالما شكك علماء مصائد السمك في صدق أرقام كميات الصيد التي تقدمها الصين في تقارير رسمية إلى منظمة الأغذية والزراعة العالمية بروما، التي يعتبرونها أدنى من الحجم الحقيقي.. فبين عامي 2000 و2011، أوردت الصين في تقاريرها معدلات صيد في البحار الدولية تقدَّر بحوالي 380 ألف طن سنويًّا. ومع ذلك تدَّعي الصين أن لديها أكبر أسطول عالمي للصيد في البحار البعيدة، مما يعني كميات أكبر من حصيلة صيد السمك، كما تشير الدراسة التي موّلها الاتحاد الأوروبي. ويقدِّر بولي وزملاؤه أن معدل الغلة للفترة 2000-2011 هو 4.6 مليون طن سنويًّا، أي أكثر باثني عشر ضعفًا من الرقم المُبَلَّغ عنه رسميًّا (انظر: «حصيلة ضخمة»). من هذا الإجمالي، يتم صيد حوالي 2.9 مليون طن من غرب أفريقيا التي تضم أحد أثرى مصائد السمك في العالم.

وفي كلمة ألقاها أمام الاتحاد الأوروبي في يونيو الماضي، أشار ليو زياوبنج، مدير قسم التعاون الدولي بمكتب مصائد السمك في الصين إلى أن كمية الصيد السنوية التي تقوم بها الصين هي 1.15 مليون طن. ويقول بولي إن هذا الرقم قد يكون صحيحًا في حال أنه اقتصر على الكميات التي يتم العودة بها إلى الصين، وليس إجمالي الصيد. ولم يُجِبْ ليو على طلبات للتعليق أُرسلت إليه عبر البريد الإلكتروني.

ويجد علماء المصائد أن التقديرات الأخيرة مذهلة. «من هنا عرفتُ أين كان يذهب سمكي!»، حسب ديديه جاسكويل من جامعة بريتاني الأوروبية في الرين، فرنسا، وعضو اللجنة العلمية التي تقدم المشورة إلى موريتانيا والاتحاد الأوروبي حول اتفاقيات صيد السمك. وعامًا بعد آخر، بقيت الأنواع البحرية في موريتانيا، القريبة من قاع البحر ـ كالأخطبوط والهامور والشبوط ـ قليلة باستمرار، وهذا مؤشر لوجود صيد جائر من قِبَل سفن الصيد التي تمسح قيعان البحر بشبكات الصيد، حسب قول جاسكويل، الذي يضيف: «لم تكن لدينا فكرة أن حصيلة الصيد من قِبَل السفن الصينية بهذا الحجم الكبير، وبالتالي لم يتم إدخال هذه البيانات في نماذج المحاكاة التي استخدمناها».

إنّ اتفاقيات الصيد بين الشركات الصينية والحكومات الأفريقية سرية. ولتقدير حصيلة الصيد، كان على بولي وفريقه القيام ببعض مهام الترصد. كانت الصورة أكثر غموضًا، لأن الشركات الصينية تقوم بتسيير سفن تحمل أعلامًا محلية. ولهذا.. قام عشرة باحثين ـ على الأقل ـ بتجميع الأدلة من مقابلات ميدانية وأبحاث محكمة، ومن الصحف والأخبار والمقالات المنشورة عبر الإنترنت بأربع عشرة لغة مختلفة؛ لتقدير عدد سفن الصيد الصينية العاملة في 93 دولة ومنطقة في العالم. وَثَّق الباحثون وجود سفن صينية عديدة بمناطق سجلت الصين أنها لم تقم بالصيد فيها. وتمّ أخذ متوسط التقديرات؛ للوصول إلى استنتاج: الصين امتلكت حوالي 900 سفينة صيد في المحيطات المفتوحة، منها 345 سفينة بغرب أفريقيا، تتضمن 256 سفينة تصيد من قاع البحر.

NATURE.COM
لمعرفة المزيد عن تقييم أسهم السَّمَك، انظر:
go.nature.com/9pjxln

قام الباحثون بتقدير كميات الصيد البحري لكل دولة بناءً على المعدل المفترض للحصيلة التي يمكن حفظها حسب نوع السفينة. يقول بوريس وورم، عالِم البيئة البحرية بجامعة دَلويز في هاليفاكس، كندا، الذي لم يكن ضمن فريق الدراسة: «ربما لا تكون هذه الأرقام دقيقة جدًّا، لكنها تمنحنا ملامح أولية حول حجم المشكلة». وهناك خبراء متشككون.. يقول رتشارد جرينجر، رئيس خدمات إحصائيات ومعلومات مصائد السمك بمنظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO): «تبدو التقديرات الجديدة أكبر من المعقول بكثير». ويلاحظ جرينجر أنّ في تقييم سابق[2] تم تقدير مجمل الحصيلة غير المعلَنة بغرب أفريقيا (من قِبَل كافة الدول) بين 300 ألف و560 ألف طن سنويًّا. وقد اعتمدت هذه الدراسة على مراجعة الدراسات العلمية المنشورة باللغة الإنجليزية؛ لتحديد الأرقام المفقودة من البلاغات الرسمية للصيد.

وفي حال صمود الأرقام الجديدة أمام المراجعة والتدقيق، فقد تتأثر عملية تجديد اتفاقيات الصيد مع دول غرب أفريقيا. ففي العقد الأول من القرن الحالي، وتحت الضغط الشعبي، اضطرت الأساطيل الأوروبية لوقف الصيد في المياه الساحلية لمعظم دول غرب أفريقيا، باستثناء موريتانيا والمغرب. وحلَّت محلها سفن الصيد الصينية، ومعظمها من السفن الكبيرة التي تصطاد من قاع البحر، وأدت انتهاكاتها للمناطق الساحلية المحظورة للصيد إلى احتجاجات عديدة.

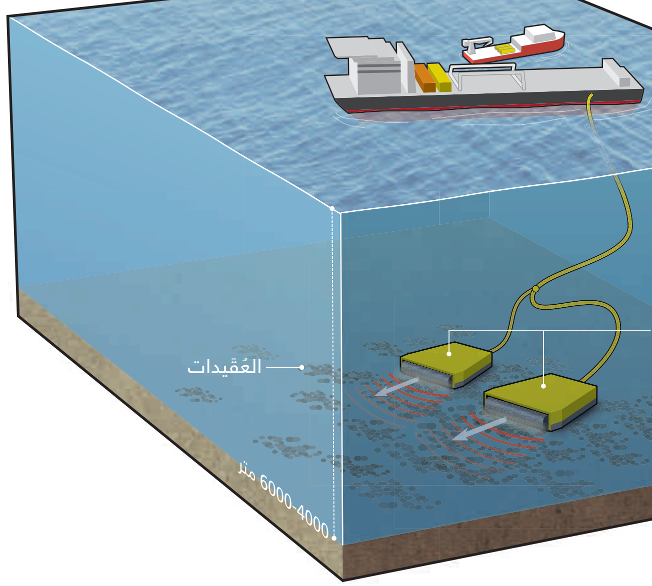
يقول جاسكويل ـ الذي يحاول تحديد كميات السمك التي يمكن صيدها، دون التسبب في انهيار تجمعات السمك ـ إن أعداد أنواع الأخطبوط والروبيان (الجمبري) المسموح بصيدها عن طريق العقود الموقعة بين موريتانيا ودول الاتحاد الأوروبي ـ بواسطة السفن الإسبانية بشكل أساسي ـ قليلة أساسًا. وبإدخال كميات الصيد الصينية الحقيقية في المعادلة؛ يجب «حذف الصيد الإسباني من الحساب».

والمفارقة أن فريق بولي نفسه هو الذي وجد منذ 12 عامًا أن الصين تبالغ في أرقام الصيد داخل حدودها الإقليمية بستة ملايين طن على الأقل. ويفسِّر بولي ذلك بأن بيروقراطيين من المستويات الوسطى في الصين يقومون عادة بتضخيم إنجازاتهم[3]. ويقول إنّ المشكلة الأكبر والأهم هي قيام الصين بتقليل كميات صيدها الفعلي في البحار البعيدة (الدولية). «وهذا يُظْهِر مدى النهب الذي تتعرض له أفريقيا، حيث يعتمد أناس كثيرون على الغذاء البحري؛ للحصول على البروتين الأساسي الذي يتناولونه». ■

1. Pauly, D. *et al. Fish Fish.* http://dx.doi.org/10.1111/faf.12032 (2013).
2. Agnew, D. J. *et al. PLoS ONE* **4,** e4570 (2009).
3. Watson, R. & Pauly, D. *Nature* **414,** 534–536 (2001).

ثروة من أعماق البحر

يجري تطوير النظم لجمع العقيدات الغنية بالمعادن من قاع البحار. وفي هذا الإطار، ستقوم الشركة بكنس أو جمع العقيدات وطحنها وخلطها بماء البحر، ثم يتم ضخ المحلول الطيني إلى السفن عبر الأنابيب، ثم معالجتها على اليابسة.



PAUL JACKMAN/NATURE

التعدين

شركة بريطانية تتعقب الثروة في أعماق البحار

بعد عقود من الإعداد، تمضي الشركة قدمًا في خطط استخراج الكتل الغنية بالمعادن من قاع البحر.

مارك شروب

في إحدى الوقائع الغريبة في عام 1974 أثناء الحرب الباردة التي بشرت بعصر جديد من التنقيب في قاع البحار، استخدمت الحكومة الأمريكية سفينة يملكها الملياردير غريب الأطوار هَوارد هيوز لانتشال بقايا غواصة روسية حاملة للصواريخ النووية، غرقت على عمق 5 آلاف متر في مياه المحيط. وللتغطية على هذه العملية، زعمت الولايات المتحدة الأمريكية أن السفينة تجمع عُقيدات غنية بالمعادن، وهي كتل صخرية متناثرة على قاع البحر العميقة والغنية بالمعادن، مثل المنجنيز والنيكل والنحاس والكوبالت، وعناصر أرضية نادرة أخرى.

ثم اتضح أن شركة «لوكهيد» ـ التي تعاقدت معها وزارة الدفاع الأمريكية لصنع المعدات التي انتشلت الغواصة ـ تهتم بالفعل بجمع الصخور الغنية بالمعادن. فقد أعلنت مؤخرًا شركة «لوكهيد مارتن» البريطانية التابعة لها، ومقرها لندن، أنها ستنقب عن العُقيدات في المحيط الهادئ على بعد 1500 كيلومتر، جنوب غرب المكسيك.

وإذا كان للشركة أن تمضي قدمًا في خطتها للتنقيب بأعماق المحيط؛ فسيكون ذلك ثمرة عقود طويلة من الابتكار والاستكشاف التقني. تقول كيتلين أنتريم، المديرة التنفيذية للجنة إنفاذ قوانين المحيطات بالعاصمة واشنطن، واستشارية التنقيب بقاع البحار: «في نهاية المطاف، قامت شركة «لوكهيد مارتن» الأمريكية ـ أكثر من أي شركة أخرى ـ بتطوير عمليات التنقيب والاختبارات بقاع البحار». وكان ديفيد كاميرون، رئيس الوزراء البريطاني، قد صرح مؤخرًا أن المشروع سيضيف 40 مليار جنيه إسترليني (60 مليار دولار) إلى الاقتصاد البريطاني خلال الثلاثين عامًا المقبلة.

وتحمي حكومة كاميرون دعاوى ومطالبة شركة «لوكهيد» بالتنقيب في الموقع المحتمل على مساحة 58 ألف كيلومتر مربع، من خلال إحدى الشركات التابعة لها، وهي شركة «موارد قاع البحار البريطانية» UK Seabed Resources في لندن. وكانت السلطة الدولية لقاع البحار في كينجستون بجامايكا ـ التي منحت شركة «لوكهيد» حقوق الاستكشاف ـ قد منحت عدة دول أخرى حقوق الاستكشاف والتنقيب بقاع المحيط، لكن أعمال التنقيب والاستخراج لا تزال بطيئة. تقول أنتريم إن لجهود الشركات البريطانية مزاياها: فشركة «لوكهيد» لديها تقنيات مجرَّبة، وأكثر البيانات عن مناطق العقيدات.

تتكون العقيدات الغنية بالمعادن عبر آلاف السنين بقاع البحار عبر عمليات ليست مفهومة بالكامل حتى الآن؛ وتتفاوت أغلب العقيدات في الحجم ما بين كرة جولف صغيرة، وثمرة بطاطس كبيرة. وبين عقدي الستينات والثمانينات الماضيين، قامت شركات عديدة بدراسة إمكانية استخراج هذه العقيدات، لكن بانخفاض أسعار المعادن.. أصبحت الفكرة نفسها غير مجدية اقتصاديًّا. وفي السنوات الأخيرة، ومع صعود أسعار المعادن، والتقدم في معدات استكشاف أعماق البحار والمحيطات، كالمركبات المشغّلة عن بعد، والروافع المرنة، واستخدام أنابيب في رفع المواد؛ عاد الاهتمام بالفكرة. يقول مايلز لِبّي، الموظف السابق بشركة «لوكهيد مارتن» الأمريكية، ومؤسسة شركة سيمِنر (Seaminr) المتخصصة في استشارات التنقيب بقاع البحار في أوربانا، فيرجينيا: «أصبح ذلك جزءًا من فن الممكن الآن».

إنّ جمع واستخراج العقيدات أسهل تقنيًّا من تعدين (تنقيب) بقايا الفتحات الهيدروحرارية الخاملة الغنية بالمعادن بقاع البحار. وقد حظيت هذه الفكرة أيضًا بالاهتمام (انظر: *Nature* **447**, 246–247; 2007). وترقد العقيدات حرة، وهي غالبًا مرئية وظاهرة في رواسب قاع البحر. لذلك.. لا يتطلب الحصول عليها طحن أو تكسير قشرة قاع البحر الصخرية. ولم تكشف شركة «لوكهيد» خططًا محددة ستتبعها، ولكن البرنامج العام للجمع والاستخراج يعتمد على استخدام جهاز يتحرك على أرضية البحر، ويكنس أو يكوّم العقيدات. وبعد ذلك تطحن الأجهزة والمعدات العقيدات؛ لتكوين محلول طيني يتم رفعه إلى السفن، ثم نقله إلى مصانع المعالجة والفرز على الأرض (انظر: «ثروة من البحر»).

وأعلى المنتجات المستخرَجة ربحيةً هو النيكل، الذي يشكل 1% من العقيدات، ويُستخدَم في كل شيء، بدءًا من الصلب المقاوِم للصدأ، حتى البطاريات القابلة للشحن. أما العناصر الأرضية النادرة، فهي موجودة بنسب تركيز أقل من 0.1 %، لكنها لا تزال قيّمة: فهي حاسمة الأهمية لتقنيات صناعات الفضاء والطيران والطاقة البديلة. وتتحكم الصين حاليًا في معظم الإنتاج.

يقول فيليب روود ـ المتحدث الرسمي باسم شركة «لوكهيد مارتن» بريطانيا ـ إن الشركة تأمل في بدء العمليات خلال 5 أو 6 سنوات، وذلك فور استكمال شركة «لوكهيد» للاختبارات التقنية والدراسات البيئية.

ولا تتوفر بيانات كثيرة حاليًا عن مستوى تهديد عمليات الاستخراج للحياة في أعماق المحيط، مثل خيار البحر، والديدان، والقشريات الصغيرة التي تعيش في رواسب القاع، أو المخلوقات التي تعيش في مستوى مائي أعلى، مثل السَّمَك. وقد كشفت دراسة أجريت على منطقة عقيدات منبسطة بمحاذاة ساحل بيرو أن تجمعات الكائنات الحية بقاع البحر تتمتع بقدرة محدودة على التعافي مرة أخرى بعد اضطرابها، حيث تعود إلى حياتها في الرواسب تدريجيًّا على مدى سبع سنوات (H. Bluhm *Deep-Sea Res.* *II* **48**, 3841–3868; 2001).

وسيقوم كريج سميث، عالِم أحياء قاع البحار بجامعة هاواي في مانوا، بإجراء تقييم أوّلي للحياة بقاع البحار من أجل مشروع «لوكهيد»، حيث سيجمع البيانات الأساسية لموقع الاستخراج المحتمل، ومناطق الضبط والمقارنة. ويقول عن استخراج العقيدات: «أعتقد أن ذلك ممكن، لكننا بحاجة إلى معلومات ممتازة من أجل إدارة التأثيرات البيئية».

وكانت سيندي فان دوفر، مديرة مختبر الحياة البحرية بجامعة ديوك في بوفورت، نورث كارولينا، قد عكفت على تقييم تأثيرات التعدين بقاع البحار. وهي تقول عن ذلك: «لا أعتقد أن الأمر ستترتب عليه آثار خطيرة، لكن هناك بعض المحاذير».

إنّ مصدر مخاوفها الرئيس هو نطاق اتساع العمليات: «لن يكون لمنطقة صغيرة أي تأثير فارق، لكنني لا أستطيع أن أتصور ماذا سيحدث، إذا تضاعفت عمليات التنقيب». ■

الطب الحيوي

العـلاج المناعي انقضاض متمهِّل على السرطان

صعود العلاجات المناعية يحفز البحث عن صناع الاستجابة.

هايدي ليدفورد

بينما كان يسير إلى غرفة الفحص، هيَّأ جِد وولتشوك نفسه كي يبلِّغ مريضه بأخبار سيئة. فقد أظهرت مسوح الأشعة المقطعية انتشار أورام الميلانوما المتقدمة لدى الرجل، مع نشوء أورام جديدة، برغم تلقيه علاجًا تجريبيًّا يسمى «إيبيليموماب» ipilimumab؛ لحشد جهازه المناعي ضد المرض. يقول وولتشوك، طبيب الأورام بمركز «سلون-كيتَرينج التذكاري» للسرطان في نيويورك: «كنت أردِّد في ذهني الكلام الملائم للموقف... أنا آسف يا سيد فلان، لكن العلاج لا يبدو فعالًا». وبدلاً من ذلك.. أوقف المريض وولتشوك عند الباب، وقال: «الآن، وقبل أن تظهر لي الصور، دعني أخبرك: أنا أشعر بتحسُّن».

قرر وولتشوك المقامرة، وأكمل العلاج. وبعد مضي أكثر من ست سنوات، يزدهر مريضه، وتوافق إدارة الغذاء والدواء على العقار الذي تنتجه شركة «بريستول مايرز سكويب» في نيويورك. وفي ذاك الوقت، أظهرت معالجات مناعية أخرى بشائر واعدة، وأصبح الأطباء المعالجون أكثر ألفة باستجابات العلاج المتأخرة، كالتي واجهها مريض وولتشوك، التي تظهر هجومًا تدريجيًّا بواسطة الجهاز المناعي، على نقيض الانقضاض السريع للمعالجات الكيميائية السمية. وما زال الأطباء بدون أدوات تميز سريعًا المرضى الذين سيستفيدون من العلاج، لكن ذلك ربما يوشك أن يتغير.

وفي اجتماع الجمعية الأمريكية لأبحاث السرطان السنوي المنعقد مؤخرًا بواشنطن العاصمة، قدم وولتشوك وباحثون آخرون تقارير حول بحثهم عن مؤشرات المعالجة المناعية، كطرق للتنبؤ باستجابة المريض للمعالجة المناعية، أو لإظهار فاعلية علاج بعينه. ويعوق تعقيد الجهاز المناعي هذا العمل، لكن النتائج الأولية تلتقي في نقطة واحدة: استجابات المريض المناعية للسرطان حاسمة في تحديد النتائج.

يقول توماس جاجيوفْسكي، الباحث في السرطان بجامعة إلينوي، شيكاغو: «عندما يُجْمَل الأمر بعدة سرطانات مختلفة، مبكرة ومتأخرة، يرجح أن يستفيد من المعالجات المناعية المرضى الذين لديهم استجابة مناعية أولية «مشتعلة» للسرطان. وحسب قول جاجيوفْسكي، تشير الأبحاث المبكرة إلى أن مثل هؤلاء المرضى قد يتحسنون بشكل أفضل، بغض النظر عن العلاج المستخدم معهم. وبدورها، تشحذ الأدلة الدافع إلى إضافة مكون مناعي لتقييمات الباثولوجية القياسية للأورام (انظر «الخلايا التائية يمكنها إضاءة مآلات العلاج»).

ويمثِّل قياس الاستجابة الأولية بثقة تحديًا، حسبما يحذر ماريو سنول، أخصائي الأورام بجامعة ييل في نيو هيفن، كونيتيكت. فالاستجابة المناعية هدف متحرك، لا تتأثر بالتكوين الوراثي للمريض والبيئة فحسب، بل أيضًا ببروتينات يفرزها الورم، يمكنها قمع الخلايا المناعية. وقد لا تعكس المؤشرات المناعية في الدم ما يحدث داخل الورم، كما أن التباين داخل ورم يعني أن الخزعات biopsies قد لا ترسم صورة كاملة، إذا أخطأت إبرة الخزعة أي رقعة للخلايا المناعية الراشحة للورم.

ويأمل البعض بأن تسد أساليب جديدة هذه الثغرة. تستخدم شركة التقنيات الحيوية Adaptive Technologies ـ في مدينة سياتل بولاية واشنطن ـ فكًّا كثيفًا لمتتابعات الحمض النووي من عينات دم وأنسجة؛ لرسم صورة تغيرات المستقبلات المتخصصة، الموجودة في مجموعات خلايا مناعية تسمى الخلايا التائية. وتنتج هذه الخلايا المستقبلات بخلط مناطق متغيرة من الحمض النووي استجابة للتعرض للمستضد. يقول تشاد روبنز ـ المسؤول التنفيذي الأول بالشركة ـ إن الشركة تأمل بأن تكون الفحوص حساسة، بحيث يكفي استخدام عينات الدم وحدها لمراقبة استجابات المرضى للمعالجة المناعية. لقد تضاعف الطلب على هذه التقنية سريعًا في العام الماضي، كما يقول روبنز، لأن شركات كثيرة تسعى لاختبار إمكاناتها لتوجيه قرارات المعالجة المناعية.

«يرجح أن يستفيد من المعالجات المناعية المرضى الذين لديهم استجابة مناعية أولية مشتعلة للسرطان»

وتركِّز سوزان توبيليان ـ عالمة الأورام بجامعة جونز هوبكنز في بالتيمور، ميريلاند ـ بدلاً من ذلك على الخلايا السرطانية. ويقوم عدد من أكبر شركات الأدوية في العالم مؤخرًا بتطوير علاجات تطلِق كوابح الجهاز المناعي بتثبيط بروتين يسمَّى: الموت المبرمج1(PD-1)، أو شريكه: ليجاند الموت المبرمج1 (PD-L1). وترى دراسة أجرتها توبيليان وزملاؤها[1] أن هذه العلاجات تعمل بشكل أفضل ـ إنْ كان 5% على الأقل من خلايا المريض الورمية المختزعة ـ تعبِّر (تنتج) ليجاند الموت المبرمج PD-L1. وبالفعل، جعلت بعض الشركات تعبير ليجاند الموت المبرمج1 مطلبًا للمشاركة في تجاربها الإكلينيكية، وهي خطوة نظر إليها بقلق كلٌّ من توبيليان، ووولتشوك، لكونها سابقةً لأوانها. يقول وولتشوك: «من المؤكد أنني لا أريد استبعاد مريض من تجربة عقار يعترض مسار بروتين الموت المبرمج1». وحتى «لو كانت خزعة ورم الشخص سالبة، فقد تكون لدى المريض أورام أخرى إيجابية».

وبينما تسعى توبيليان وآخرون لاقتناص مؤشرات مفيدة للعلاج المناعي، تحاول المختبرات الأكاديمية ـ في المقام الأول ـ فَهْم ما يضرم الاستجابة المناعية «المشتعلة» للسرطان. ويتساءل سنول: «لماذا يكون لبعض المرضى هذه الاستجابة، بينما لا يملكها البعض الآخر؟». ويضيف: «يمكن أن يقودنا فَهْم ذلك إلى علاجات جديدة». ■

1. Topalian, S. L. *et al. N. Engl. J. Med.* **366,** 2443–2454 (2012).
2. Galon, J. *et al. Science* **313,** 1960–1964 (2006).
3. Mlecnik, B. *et al. J. Clin. Oncol.* **29,** 610–618 (2011).

مراحل السرطان

الخلايا التائية يمكنها إضاءة مآلات العلاج

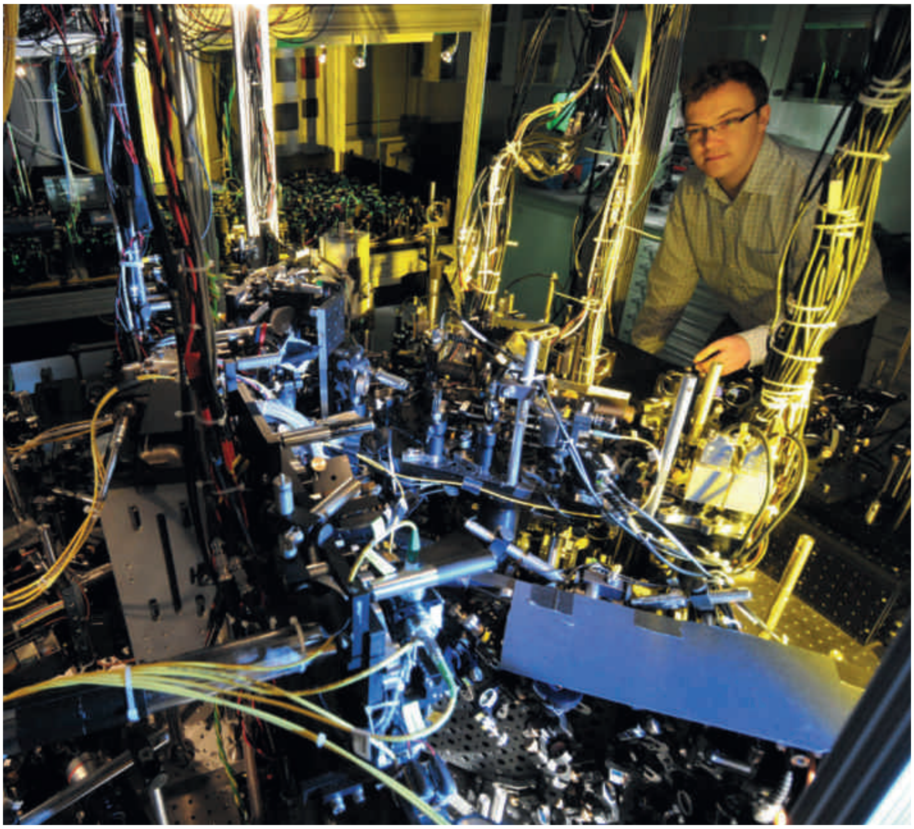
لأكثر من نصف قرن، قيّم علماء الأمراض (الباثولوجيا) مدى خطورة السرطان باستخدام الإطار الأساسي نفسه: حجم الورم، ووجود السرطان في الغدد الليمفاوية، ومدى انتشاره إلى أجزاء أخرى من الجسم. يسمى هذا الإطار: تصنيف «تي إن إم» المرحلي TNM staging، ويتراوح هذا الإطار من المرحلة 1، ولها مآل جيد نسبيًّا، إلى المرحلة 4، التي قد تتطلب علاجًا فوريًّا مقاوِمًا.

ويتساءل الباحثون حاليًا عما إذا كان الوقت قد حان لإضافة فئة يُرمَز لها بحرف «i» للاختبار، باحتساب عامل وجود الخلايا المناعية داخل، أو حول الورم. في عام 2006، وجد الباحث جيروم جالون وزملاؤه ـ بالمعهد الوطني للصحة والبحوث الطبية في باريس ـ ارتباطًا لوجود الخلايا التائية داخل أو حول سرطانات القولون بنتائج أفضل للمرضى[2]، ثم طبقوا هذا الفحص على عينات من 599 مريضًا، فوجدوا أن الاستجابة المناعية توقعت نتائج أدق من تصنيف «تي إن إم» المرحلي[3]. وأسفرت النتائج عن جهد لاختبار نهج «الإجمالي المناعي» immunoscore في 23 مركزًا طبيًّا في 17 بلدًا. وسوف يقوم الباحثون بالتنقيب في العينات المخزنة وسجلات المستشفيات المرتبطة بها لإجمالي 6000 مريض بسرطان القولون. ويُتوقع ظهور النتائج في الخريف القادم.

ويأمل برنارد فوكس ـ الباحث في العلاجات المناعية بجامعة أوريجون للصحة والعلوم بمدينة بورتلاند ـ أن ينجح الاختبار أيضًا بأنواع سرطانات أخرى، تستطيع فيها الخلايا التائية اختراق الأورام، كسرطاني الثدي والمبيض، لكنه قلق من كون خزعات هذه السرطانات ليست كبيرة غالبًا، مقارنةً بسرطان القولون، الذي يؤخذ فيه الورم كاملًا مع الأنسجة المحيطة به بشكل نموذجي.

ومن ثم، حسب قول فوكس، لو رجحت نتائج سرطان القولون في الميزان، فقد تستحدث تغييرًا جذريًّا في التفكير. ويضيف الباحث: «في نظام التصنيف المرحلي الحالي، يعتبر علماء الباثولوجيا وجود الخلايا المناعية بالأورام تلوثًا». ويضيف قائلًا: «أليس أمرًا لا يُصدَّق أن تكون هذه الخلايا مفتاح البقاء؟». هـ.ل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


THORSTEN NAESER, MAX PLANCK INSTITUTE FOR QUANTUM OPTICS

عثر الفيزيائيون على جسيمات أشباه هيجز في سائل فائق الميوعة بمعهد ماكس بلانك في ميونيخ بألمانيا.

الفيزياء

فيزيـــاء هيجـــز بوســـائل رخيصـــة الثمـــن

جسيمات هيجز المُكتشفة مخبريًّا ربما تُسلط الضوء على قرابة كونيّة.

يوجيني صامويل رايش

منذ أكثر من ثلاثة عقود، بل وقبل أن يصبح أقوى مصادم جسيمات في العالَم مجرد فكرة على لوحة الرسم، تمكَّن فيزيائيان من اكتشاف أحد بوزونات هيجز؛ بتجربة على منضدة المختبر.

وفي عام 1981، أدرك بيتر ليتلوود، وشاندرا ڤارما؛ وهما عالمان نظريّان بمجال الحالة الصلبة للمادة في معامل بيل في مورّيه هيل، نيوجيرسي، أن تأثيرًا غامضًا قد شوهد في سيليناید النيوبيوم فائق التوصيل؛ قد يُعزى تفسيره إلى تذبذب المجال غير المرئي المؤدي إلى اقتران إلكترونات المادة أزواجًا؛ لتتحرك كوحدة دون مقاومة. ورياضيًّا، بدا الاضطراب في المجال مشابهًا ـ إلى حد بعيد ـ لذلك الاضطراب المصاحب للعثور على بوزون هيجز على يد علماء فيزياء الجسيمات.

ونظرًا إلى أن المجال فائق التوصيل كان معروفًا بالفعل، لم يسترع البحث عن الجسيم المُقترن به انتباهًا، بقدر ما فعلت مطاردة علماء فيزياء الجسيمات لجسيم هيجز. وقد بلغ ذلك البحث ذروته يوم 13 مارس في مصادم الهادرون الكبير (LHC) بـ«سيرن»؛ و هى المُنشأة الأوروبية الرئيسة لفيزياء الجسيمات، الواقعة قرب جنيف في سويسرا، بالإعلان عن كشف حاسم لجسيم هيجز: وهو أول دليل مباشر على أن مجال هيجز يتخلل الكون، ويمنح الأجسام كتلتها.

بيد أن الفيزيائيين متفقون على أن جسيم هيجز فائق التوصيل يرتبط ارتباطًا وثيقًا بقريبه في فيزياء الجسيمات أيضًا.. فكلاهما ينشأ عن تذبذب مجال غير مرئي، يُجبر الجسيمات العادية على التأرجح المتزامن.

ومؤخرًا، رأى الفيزيائيون علامات تشير إلى أن أنظمة المواد المُكثَّفة الأخرى تستطيع توليد جسيمات أشباه هيجز؛ مما يبعث على الأمل في أن العمل البحثي حول أحد جسيمات هيجز ـ باستخدام وسيلة رخيصة في تجربة مخبرية ـ يمكن أن يُثري دراسة حول جسيم آخر، يتم البحث عنه بمصادِم ثمنه 5 مليارات دولار.

NATURE.COM
للمزيد حول اكتشاف «سيرن» لجسيم هيجز، انظر:
go.nature.com/gmp3ef

يقول شاندرا ڤارما، من جامعة كاليفورنيا في ريفرسايد، الذي ألقى كلمة في جلسة مكتظة بالحضور عن جسيمات هيجز في الحالة الصلبة؛ في ملتقى جمعية الفيزياء الأمريكية (APS) في بلتيمور، ميريلاند، يوم 19 مارس الماضي: «أتمنى أن يكون هناك إثراء متبادَل».

ولن تكون تلك هى المرة الأولى التي يقف فيها علم فيزياء الجسيمات على كتف فيزياء المواد المكثفة.. فعندما صاغ بيتر هيجز ـ عالِم الفيزياء النظرية بجامعة إدنبره، المملكة المتحدة ـ المفهوم المعروف بـ«مجال هيجز» في عام 1964، فقد بناه على أسس نظرية وضعها في العام الذى سبقه عالِم الفيزياء النظرية فيل أندرسون، الذى يعمل حاليًا بجامعة برنستون، نيوجيرسي، الولايات المتحدة، لتوصيف تفاعلات الإلكترونات فائقة التوصيل. وبعد ذلك.. قام هيجز بتطوير الفكرة، مفسرًا المجال باعتباره وسطًا في الفراغ، يُشكِّل جذبًا للجسيمات، ويمنحها كُتلة. أما «بوزونات هيجز» التي يتكون منها المجال، فلن تكون مرئية، إلا إذا كان المجال متذبذبًا بالطريقة الصحيحة، كما يحدث في المُصادمات عالية الطاقة بمصادِم الهادرون الكبير.

وتعرَّف ڤارما، وليتلوود على جسيم هيجز فائق التوصيل الخاص بهما بالكيفية ذاتها، بملاحظة أن ثمة موجة ذرات مُشتتة قليلًا كانت تذبذب المجال فائق التوصيل.

ويحاول الفيزيائيون حاليًا توسيع كتالوج جسيمات هيجز لديهم. ففي ملتقى جمعية الفيزياء الأمريكية، أفادت الفيزيائية ماري أود ميسّون وزملاؤها ـ بجامعة باريس ديدرو ـ أن الآلية التي تم التعرف بها على جسيم هيجز في سليناید النيوبيوم ليست موجودة في موصل فائق آخر له صلة، هو كبريتيد النيوبيوم، المفتقِر إلى «موجة الذرات المُشتتة».

وقد أعربت ميسون عن رغبتها في إيجاد أمثلة لموصِّلات فائقة أخرى، تستطيع توليد جسيمات هيجز. وتقول: «عندما تمتلك نموذجًا واحدًا في الطبيعة، فإنك لا تلبث أن تتساءل إنْ كان حقًّا ما تعتقده».

وينقِّب باحثون آخرون عن أمثلة خارج نطاق الموصلات الفائقة. يقول كريستيان رويج ـ بمعهد بول شيرر، في ڤيليجين، سويسرا ـ إن مجموعته البحثية تمكنت من توليد جسيمات أشباه هيجز في مغناطيس مضاد للحديد antiferromagnet، حيث اتجاه الدوران المغزلي للذرات يكون معاكسًا للمجاورة لها.

وكان الفيزيائي إيمانويل بلوك بجامعة لودفيج ماكسميليانز بميونيخ، ألمانيا، قد أخبر العلماء ـ بملتقى جمعية الفيزياء الأمريكية ـ أنه تمكَّن من توليد جسيمات هيجز في سحابة من ذرات الروبيديوم المُبرَّدة التي تشارك الحالة الكَمية نفسها (مكثفات بوز-أينشتين). وباستخدام أشعة ليزر متقاطعة، يضبط بلوك حالة السحابة لمرحلة انتقالية بين الحالتين العازلة وفائقة الميوعة للذرات، حيث ينشأ عندها جسيم هيجز.

وبرغم أن سرعة الضوء تشكل عاملًا في المعادلات التي تصف جسيم هيجز الخاص بفيزياء الجسيمات، فقد استُبدلت سرعة الصوت بها في منظومة بلوك، أي أن مقياس طاقة الجسيمات أصغر بكثير من المقياس الخاص بجسيم هيجز الكوني (انظر: «اصطياد هيجز»)، حيث إن جسيم هيجز الصغير هذا، يقول عنه بلوك: «نسخة مصغرة».

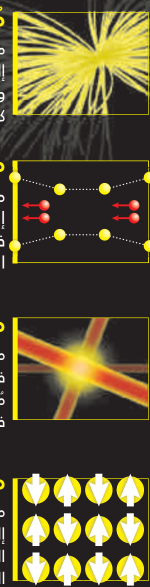
إن إجراء الأبحاث على مثل هذه النماذج من جسيمات هيجز في الحالة الصلبة ربما يُلقي ضوءًا على اتجاهات فيزياء الجسيمات المستقبلية، حسب قول سوبير ساكديف؛ الفيزيائي بجامعة هارفارد في كمبريدج ماساتشوستس، وهو الذي نظم ملتقى جمعية ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

اصطياد هيجز

يبحث الفيزيائيون عن صلات بين بوزون هيجز الكوني، المُكتشَف في مصادم الجسيمات، وأقربائه المُكتشفين بتجربة مخبرية.

PAUL JACKMAN/NATURE



مُصادم الجسيمات
مقياس الطاقة: 1011×1.25 إلكترون فولت يتخلل الكون ويسبب نشوء كتلة الجسيمات الأخرى.

موصل فائق
مقياس الطاقة: 0.002 إلكترون فولت يوجد كتذبذب في المجال مُوصِّفًا كيفية اقتران الإلكترونات زوجيًا.

مكثفات بوز-آينشتاين
مقياس الطاقة: 4× 10-13 إلكترون فولت يوجد كتذبذب في المجال مُوصِّفًا للحالة الكَمية المُشتركة في سحابة من الذرات.

مغناطيس حديدي مضاد
مقياس الطاقة: حتى 0.0012 إلكترون فولت يوجد كتذبذب في الترتيب المغناطيسي لحالات الدوران المغزلي الذري.

eV, electronvolt.

◄ الفيزياء الأمريكية. وقد سبَّبت صفات جسيم هيجز ـ المكتشف بواسطة مصادم الهادرون الكبير ـ غير المميزة خيبة أمل كبيرة. فقد أعرب علماء الفيزياء النظرية عن أملهم في جسيم هيجز مُركَّب، يشير إلى وجود جسيمات وقُوى أخرى غير مُكتشفة.

بيد أنه حتى الآن، يتصرف جسيم هيجز كما كان مُتوقعًا له تمامًا، كاشفًا بذلك عن قليل مما هو كامن فيما وراء النموذج القياسي لفيزياء الجسيمات، الذي يُعتقد في عدم اكتماله، لأنه لا يتضمن قوة الجاذبية.

وأحد العوائق الكائنة في مصادم الهادرون الكبير أن أي جسيمات غير مُكتشفة قد تضمحل فور نشوئها تقريبًا؛ أي أسرع من أن تتاح دراستها، لكن نُسخة بلوك من جسيم هيجز تبقى لمدة جزء واحد من ستمئة جزء من الثانية؛ مما يتيح له رصد تفاصيل اضمحلال الجسيمات عن كثب.

ويتفق مُنظِّر الجسيمات في «سيرن»، جون إليس، على أن دراسة جسيم هيجز في «الحالة الصلبة» قد تسلّط الضوء على ما قد يكمن وراء النموذج القياسي. ويشير إلى أن المفاهيم يمكنها أن تتدفق فى الاتجاه الآخر أيضًا: فالأدوات الرياضية التى وضعها علماء فيزياء الجسيمات لدراسة التفاعلات القوية بين الجسيمات مستخدمةٌ بالفعل لدى علماء فيزياء المواد المُكثفة، بأمل تفسير الموصلات الفائقة ذات درجة الحرارة العالية، التي يعتقد البعض أن مزيدًا من جسيمات هيجز تختبئ فيها. يقول إليس: «ربما بهذا الشكل.. ترد فيزياء الجسيمات بعض الجَميل». ■

CHINAFOTOPRESS VIA GETTY



عاملان صينيان بالصحّة يأخذان عينة من دجاجة بسوق للطيور في شانجشا، بمقاطعة هونان؛ لإجراء اختبار فيروس إنفلونزا الطيور الجديد H7N9 عليها.

الأمراض السّارية

بحـــثٌ عاجـــل عن مصـــدر الإنفلونـــزا

ارتفاع عدد حالات الإصابة بفيروس H7N9 لدى البشر يثير شكوك الباحثين حول انتشار الفيروس في أسواق الطيور.

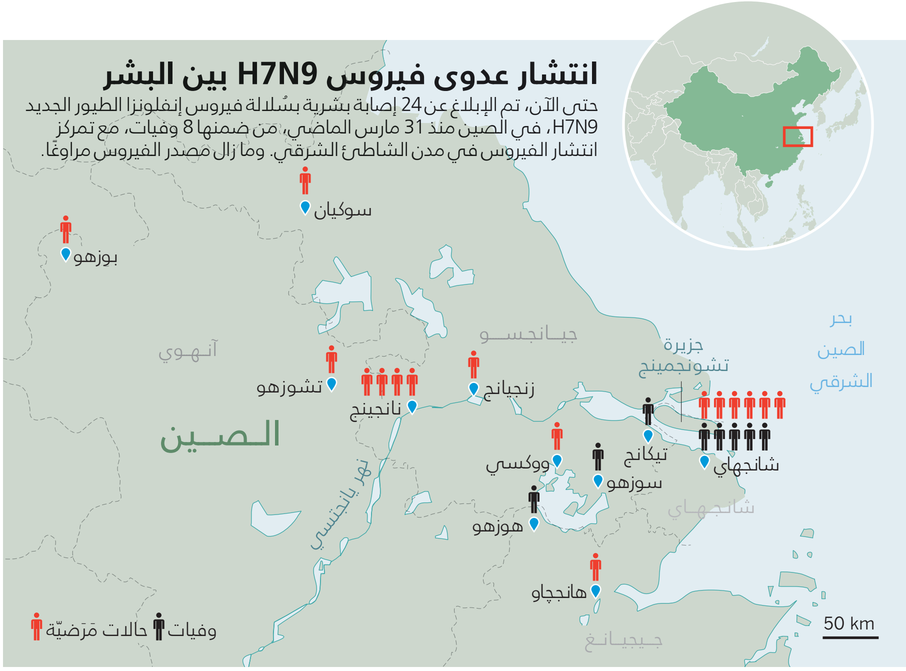
دكلان بتلر

يعرفه علماء الفيروسات باسم: H7N9. لكن ما لا يعرفونه بعد ما إذا كان فيروس الإنفلونزا الجديد هذا ـ الذي وردت أولى حالات الإصابة به بالصين قبل أقل من أسبوعين ـ سيتلاشى، أم سيتَّخذ الحيوانات وسيطًا ومضيفًا؛ فيستقرّ فيها ليتفشّى بين البشر لاحقًا، أم سيتحوّر إلى فيروس ينتشر بسهولة بين البشر مسبِّبًا وباءً قاتلًا.

وفي جهد محموم للعثور على الإجابة، يعمل العلماء على فيروس H7N9 في عدة جبهات.. فهم يقومون بفحص الطيور البريّة وآلاف الطيور الأليفة؛ محلِّلين الفيروسات التي يجدونها؛ ومحاولين اقتفاء آثار الأشخاص الذين تعرضوا للمصابين بالعدوى. وقد صرحت السُّلطات الصحيّة الصينية بأنّ لديها 400 مختبر تبحث عن تغيرات وراثية في الفيروس.

يقول مايكل أوسترهولم، رئيس مركز أبحاث وسياسات الأمراض المُعدية بجامعة مينيسوتا في منيابوليس: «سنقضي الشهر القادم بصبرٍ نافد، محاولين إدراك ما حدث». وحتى نهاية شهر مارس الماضي، تمّ الإبلاغ عن 24 حالة إصابة بالفيروس، انتهت 8 منها إلى الوفاة، في 11 مدينة، تفصل بينها بضع مئات من الكيلومترات فقط، شرقي الصين (انظر الخريطة). يقول أوسترهولم حيال العدد الكبير من الإصابات في وقت قصير ـ على امتداد مساحة واسعة ـ والمرتفع من ثلاث حالات بمدينتين قبل أسبوع فقط من اتساع انتشاره: «هذا وضع مُقلق للغاية».

يريد العُلماء التوصل سريعًا إلى مصادر العدوى التي تذكي عدوى البشر بالفيروس الذي يسبِّب أعراضًا كالإنفلونزا، وفي معظم الحالات، يؤدي لالتهاب رئوي حاد. حتى الآن لا زالت التحقيقات غير حاسمة: فبعض الأشخاص الذين أصيبوا بالعدوى اختلطوا بدواجن أو حيوانات أخرى قبيل الإصابة بالمرض، بينما لم يحدث أيُّ تماس من هذا النوع في حالات مرضيّة



انتشار عدوى فيروس H7N9 بين البشر

حتى الآن، تم الإبلاغ عن 24 إصابة بشرية بسُلالة فيروس إنفلونزا الطيور الجديد H7N9، في الصين منذ 31 مارس الماضي، من ضمنها 8 وفيات، مع تمركز انتشار الفيروس في مدن الشاطئ الشرقي. وما زال مصدر الفيروس مراوغًا.

أخرى. تمّ اكتشاف الفيروس H7N9 الأسبوع الأول من أبريل في الدجاج والحمام والبط بأسواق الطيّور الحيّة في شانجهاي وفي هانجچاو— مما يجعل هذه الأسواق مصدر الاشتباه الأول. وقد قامت السلطات بإعدام آلاف الطيور، وأقدمت على إغلاق الأسواق في شانجهاي، نانجنج وهانجچاو.

تتشابه التّتابعات الجينيّة لفيروسات H7N9 التي عثر عليها في الطيور وتلك التي تم عزلُها من الأشخاص المصابين، بحسب تشاوتان جيو—عالم الفيروسات بأكاديمية چيجيانج للعلوم الطبية في هانجچاو. رغم أنّ هذا الفيروس ربما أتى من مصادر أخرى، بما فيها الثدييات، فقد يُفسر نمط إصابات بشرية عديدة على مساحة واسعة في وقت قصير، بأن الطيور من أحد أو بضع مصادر قد نقلت إلى عدة أسواق، بحسب مالك بيريس، عالم فيروسات الإنفلونزا بجامعة هونج كونج.

وقد وجدت طيور مصابة بالعدوى من مختلف الأنواع، ولذا.. قد لا تكون هذه الطيور هي مصدر الفيروس الأصلي، وذلك لاحتمال حدوث عمليات عدوى مُتصالبة عديدة في أسواق الطيور الحيّة. يقول بيريس إنه ينبغي للباحثين اقتفاء المصدر الرئيس للطيور المصابة، مزارع وتجارًا، وأيضًا اختبار الطيور بامتداد سلسلة التوريد.

يعرف الباحثون أنّ عدوى فيروسات الإنفلونزا H7N9 تصيب ـ أساسًا ـ الطيور البريّة، كالبط، والإوز، وطيور الكراكي، والنوارس؛ وأنّها تقفز أحيانًا إلى أسراب الدواجن. فقد سجّل كوُوك يُونج يوين، خبير الأمراض المُعدية بجامعة هونج كونج، قرب حالات إصابة بشرية من دلتا نهر الدلتا يانجتزي ـ موطن عديد من الطيور البرية. وقرب جزيرة تشونجمنج بجوار شانجهاي ـ موقع مشهود لرصد الطيور المُهاجرة. يقول يُوين: «يرجح أنّ طيور البط والإوز البري تحمل هذا الفيروس».

ولم يتم بعد اكتشاف فيروس H7N9 في الطيور البريّة بهذه المنطقة. يقول تاي مُندكُر، مدير برنامج مسارات الطيور لمجموعة الحفاظ على البيئة «وِتْلاندز إنترناشونال» بهولندا: «لا يتوفر سوى النزر اليسير من المعلومات المحدّدة حول مصدر هذه السُلالة المُحددة للفيروس، أو بيئته أو مستودعه، ولا زال سابقًا لأوانه تشكيل الفرضيات حول ناقلات الفيروس». كذلك شارك مندكر بعقد مجموعة عمل آسيا-الهادئ، للطيور المائيّة المهاجرة وإنفلونزا الطيور، لمنظمة الغذاء والزراعة بالأمم المتّحدة «فاو».

المستودع الخفي للفيروس

بصرف النظر عن المصدر الأصليّ للفيروس، فالمسألة الأساسية هي إنْ كان قادرًا على الاستقرار في الدواجن، مكونًا مستودعًا، قد يؤدي إلى انتشار حالات عدوى بشرية متواصلة ومُتقطّعة.

تُحاول السلطات الصحّية الصينية معرفة مدى حدوث ذلك حتى الآن. ففيروس H7N9 ـ بخلاف قريبه فيروس H5N1، الذي فتك بملايين الطيور، وحصد أرواح مئات البشر في آسيا، وأماكن أخرى في عام 2003 ـ لا يسبب مرض طيور خطيرًا، مما يُعقّد مساعي مكافحته، حسب قول فنسنت مارتن، القائم بعمل رئيس منظومة الطوارئ لمنع آفات وأمراض الحيوان والنبات عابرة الحدود (EMPRES) بمنظمة «فاو» في روما. وهذا معناه أنه سيكون شبه مستحيل اكتشاف فيروس H7N9 بواسطة الرقابة الروتينية للدواجن المريضة في الصين بين 6 مليارات طائر داجن. ويضيف ماساتو تاشيرو ـ عالِم الفيروسات بمركز أبحاث فيروس الإنفلونزا بطوكيو ـ وهو مركز منظمة الصحة العالمية المرجعي والبحث للإنفلونزا باليابان: «هذا يعني أنّ منع انتقال العدوى من الحيوانات إلى الإنسان مهمّة مستحيلة».

وفي كل مرّة، يتسلّل فيها الفيروس لإنسان مضيف جديد، هناك فرص جديدة للفيروس ليتحور ويكتسب قدرة الانتقال بين البشر. ولا يبدو أنّ هذا قد حدث بعد. ويرى الخبراء ضرورة تحديد وتتبع حالات الإصابة الجديدة بالالتهاب الرئوي الحاد المشتبه فيها، ومعرفة المحيطين بالمصابين، وعزل هؤلاء عند الضرورة. ويعتقد الباحثون المختصّون في بيولوجيا هذا الفيروس الجزيئيّة أنَّه يبدو مُشتقًّا من إعادة تنسيق مادة وراثية، مصدرها ـ على الأقل ـ ثلاث مجموعات معروفة من إنفلونزا الطيور (انظر «نيتشر»: http://doi.org/k4j؛ 2013). وهناك مركب رئيس، هو بروتين هيماجلوتينين (H)، ويوجد على سطح الفيروس، ويحتوي على طفرات بالفعل، يُعرف عنها أنّها تُغيِّر ميله للتقيد إلى خلايا الطيور نحو التقيد إلى خلايا الثّدييات. ويراقب العُلماء تغيرات ذات دلالة تؤشر، لتحول صوب صورة أكثر انتقاليّة بين البشر.

وبما أنّ فيروسات الإنفلونزا تتطور بسرعة، فمقارنة تتابعات الفيروس الوراثية في كل حالة إصابة بشرية قد تساعدنا على كشف حدوث الانتقال بين البشر، حسب قول أندرو رامبوت، خبير تطوّر المُمْرِضات الفيروسيّة البشريّة بجامعة إدنبره بالمملكة المتحدة. وإذا تشابهت التتابعات الفيروسات الوراثية جدًّا في حالات عدوى كثيرة، فذلك يعني حدوث انتقال الفيروس بين البشر؛ أما إذا اختلفت التتابعات الفيروسية، فذلك يعني أن المرضى التقطوا العدوى من الطيور فرادى. وتتوفر حتى الآن فقط 4 تتابعات فيروسية وراثية لإصابات بشريّة، لكن خبراء الفيروسات يقومون بفك متتابعات فيروسية أكثر، ونشرها على قاعدة بيانات الإنفلونزا (GSAID).

إذا بدأ حدوث انتقال الفيروس من شخص إلى آخر؛ فحتمًا «سيزداد انتشار الفيروس»، كما يحذر تاشيرو. هذا.. ولم يسبق أن كانت البشرية عُرضة لفيروسات الإنفلونزا H7، أو N9، ولذا.. يفتقد البشر مقاومة أنواع الفيروسات الفرعية. فإذا كان لوباء أن ينتشر، فستكون لذلك نتائج وخيمة، لكن ما زال الوقت مبكرًا للتنبؤ بكيفية ظهور الأحداث؛ فخبراء الأمراض المعدية الناشئة أصبحوا فقط ملمِّين بآخر الأشرار على جدول اهتماماتهم. ■

إسهام إضافي في التقرير من ديفيد سايرانوسكي.

المزيد أونلاين

القصة الرئيسة:



● تلميحات عن المادة المُظلمة توافق اكتشافات سابقة، لكنها تبقى غير حاسمة: go.nature.com/sqo1s9

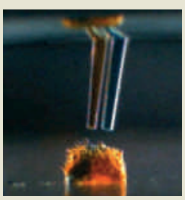
المزيد من تقارير الأخبار

● الفوتونات المتشابكة كميًّا تحسّن من نسبة الإشارة إلى الضوضاء: go.nature.com/kppvcr

● بكتيريا تحوِّل اللحوم الحمراء إلى مركب انسداد الشرايين: go.nature.com/pwkawq

● الفراشات الملكية تهاجر دون إدراك وجهتها: go.nature.com/yqlvvj

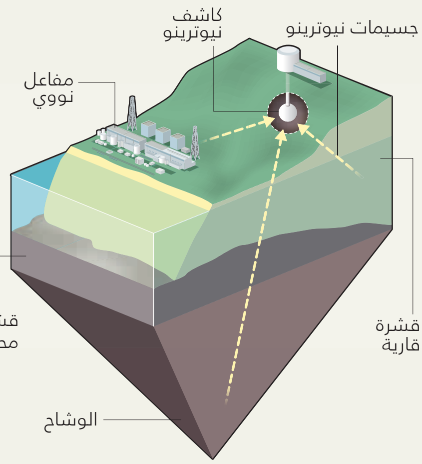
الفيديو



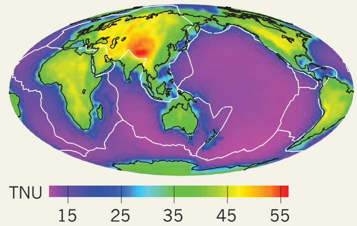
طابعة ثلاثية الأبعاد تجمع أنسجة اصطناعية حيّة من قُطيرات ماء مُغلفة بالشحم: go.nature.com/xwgnkn

تحت البحر

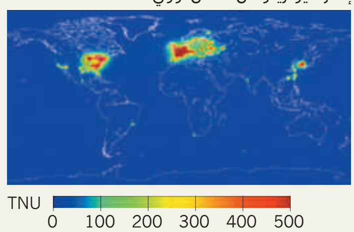
يريد الباحثون أن يضعوا كاشفًا لنيوترينو الأرض على قاع المحيط لتجنب الإشارات المشوّشة القادمة من المفاعلات والقشرة الأرضية.



إشارات جسيمات النيوترينو من القشرة الأرضية والوشاح مقترنة (محاكاة)



إشارة نيوترينو من مفاعل نووي



TNU: وحدات النيوترينو الأرضي. 1 TNU يعادل حدث نيوترينو أرضي واحد مسجل بعد التعرض الكفء الفعال التام لمدة عام كامل لـ1032 بروتونًا حرًّا.

علوم الأرض

كواشــف تســتهدف حــرارة الأرض

جسيمات النيوترينو الأرضية ترسم صورة لعمليات الوشاح العميق.

ألكسندرا ويتز

فُتِحَت نافذة على أعماق الأرض بشكل غير متوقع في 2011، عندما أغلقت اليابان مفاعلاتها النووية عقب كارثة فوكوشيما. وقبل الإغلاق، كان كاشف لجسيمات باطن الأرض ـ يدعى «كاملاند» KamLAND في كاميوكا باليابان ـ يرصد وابلاً من جسيمات النيوترينو المتدفقة من عشرات المفاعلات النووية المجاورة، باحثًا عن مفاتيح طبيعة هذه الجسيمات ـ دون الذَّرية ـ العصية على الاصطياد. وبعد سقوط هذه المنشآت هامدة، أمكن لعلماء «كاملاند» أن يروا ـ بوضوح أكثر ـ إشارةً كانت محجوبة عمومًا، وهي تيار واهن من جسيمات النيوترينو تُنْتَج بباطن الكوكب.

تُولد جسيمات النيوترينو داخل النجوم، والمفاعلات، وأعماق القشرة الأرضية والوشاح عن طريق تحلل العناصر المشعة كاليورانيوم والثوريوم. وقد سجَّل كاملاند أول الكشوف التقريبية عن جسيمات النيوترينو الأرضية في عام 2005 (المرجع 1). وفي مؤتمر انعقد بشهر مارس الماضي في مدينة تاكاياما اليابانية، ذكر علماء كاملاند أنهم رأوها بكميات دالة، كما فعل فريق بوريكسينو كاشف النيوترينو بمختبر جران ساسو الوطني قرب لاكيلا بإيطاليا.

إنّ هذه الاكتشافات ليست مجرد فضول.. فجسيمات النيوترينو الأرضية تتيح الطريقة الوحيدة لقياس أحد مصادر حرارة باطن الأرض. ويقاس إجمالي تدفق الحرارة بواسطة حساسات بأعماق المناجم، ويقدر بنحو 47 تيراواط من الطاقة، ويحرك كل شيء من تكتونيات الصفائح الأرضية إلى المجال المغناطيسي للأرض. ويأتي بعضه من تحلل العناصر المشعة، والبقية من الحرارة الأصلية التي تخلفت لدى نشأة الأرض باصطدام عنيف للكتل البانيّة للكواكب.

هذا.. ولا أحد يعرف النِّسَب. ويفترض الجيولوجيون أن الأرض تحتوي على نسب العناصر المشعة نفسها، الموجودة لدى نيازك بدائية معينة، لكنهم غير متيقنين. يقول وليم ماكدونو، الجيولوجي بجامعة ميريلاند بكوليج بارك: «إننا بصدد محاولة لمعرفة كيف بُنِيَت الأرض».

ودخل قاعة المؤتمر كاملاند، وبوريكسينو، اللذان يستجليان أمر جسيمات النيوترينو على هامش دراساتهما الأخرى عن النيوترينو. وتستخدم التجربتان كاشفات السائل الومّاض، حيث أحواض ضخمة من السائل، تلتقط ألق الضوء اللحظي، عندما يتفاعل نيوترينو عابر مع أنوية ذرات السائل.

وفريق بوريكسينو لديه حوض به 300 طن من السائل، مدفون تحت جبال الألب بإيطاليا، استطاع اصطياد 14 جسيم نيوترينو مرشحًا بين ديسمبر 2007 وأغسطس 2012 (المرجع 2). أما علماء كاملاند ـ باستخدام ألف طن من السائل ـ فيقولون إنهم اكتشفوا 116 جسيم نيوترينو أرضيًّا محتملاً، في الفترة بين مارس 2001، ونوفمبر 2012 (المرجع 3).

ويَعتبِر ماكدونو هذا كافيًا تمامًا، لكي يبدأ الباحثون استنتاجاتهم عن تركيب وشاح الأرض. وبافتراض أن اليورانيوم والثوريوم منتشران بانتظام في وشاح الأرض، فإن نتائج كاملاند ترى أن 11 من 47 تيراواط ـ إجمالي تدفق حرارة الأرض ـ تأتي من تحلل تلك العناصر المشعة. وفي المقابل، أظهرت حسابات موازية في بوريكسينو محصلة قدرها 18 من 47 تيراواط.

وفي نهاية المطاف، يود الباحثون في جسيمات النيوترينو الأرضية لو أن كواشف متعددة تموضعت حول الأرض؛ ليتسنى لهم إجراء نوع من التصوير الإشعاعي الطبقي للوشاح. وقد يساعد هذا العلماء في التمييز بين نماذج تحبذ الرأي القائل بأن اليورانيوم والثوريوم منتشران خلال الوشاح، مقابل نماذج ترى العناصر مركزة قرب الحد الفاصل بين الوشاح واللب. وهذا الاختلاف قد يساعد في تحديد موضع ومدى استمرار الحرارة في التدفق لتحرك العمليات الجيولوجية ـ مثل تكتونيات الصفائح ـ والزمن الذي ستستغرقه الأرض لكي تبرد.

وأحد التحديات أنّ انبعاثات اليورانيوم والثوريم الأقرب إلى سطح القشرة القارية يمكن أن تحجب إشارة جسيمات النيوترينو الأرضية القادمة من أعماق الكوكب (انظر «تحت البحر»). في العام المقبل، سيبدأ مرصد سُدبُري للنيوترينو (SNO) بأونتاريو، كندا ـ بعد التحسينات مؤخرًا ـ أخْذ البيانات من كاشف حساس لجسيمات النيوترينو يزن 780 طنًّا، لكن مرصد +SNO، كما يطلق عليه بعد التحسينات، يقبع كاملًا وسط القشرة الأرضية القارية. وحسب قول ستيف داي، الفيزيائي بجامعة هاواي باسيفيك في هونولولو، فإن فصل جسيمات نيوترينو القشرة عن جسيمات نيوترينو الوشاح أمر جوهري، إذ «إن الوشاح هو المساهم حقًّا في معدل تبريد الكوكب».

يقول داي وآخرون إن أفضل طريقة لاصطياد جسيمات النيوترينو القادمة من الوشاح أن تكون من قاع المحيط، حيث القشرة الأرضية أرق عما هي في اليابسة. وأحد المشروعات المخطط لها، ويطلق عليه «هانوهانو»، سوف يُنْزِل كاشفًا زنته 10 آلاف طن من بارجة، وكان قد مكث سنوات قيد التصميم. وسيتكلف بناؤه وحده بين 50 مليونًا و60 مليون دولار، من خلال استخدام تقنية طموحة، حسب قول جون ليرند، فيزيائي النيوترينو بجامعة هاواي في مانوا، هونولولو.

يقول ليرند: «نحن لم نعمل أبدًا شيئًا كهذا من قبل»، لكن الاهتمام بالمشروع آخِذ في الزيادة، حسب قول ليرند. ويحاول الداعمون حشد الأموال لاستمرار حركة المشروع.

وفي الوقت نفسه، تعمل الصين على تجربة «دايا بيه-2» Daya Bay II؛ وهو كاشف زنته 20 ألف طن على اليابسة، قد يكون جاهزًا لاصطياد جسيمات النيوترينو الأرضية في 2019. كذلك، لدى بوريكسينو أموال تكفي لتشغيله أربع سنوات أخرى على الأقل. كما أن خطط كاملاند لاستمرار العمل فيه تمتد إلى خمس سنوات، على الأقل، حسب قول أحد العاملين به، هيروكو واتانابي من جامعة توهوكو في سينداي باليابان. وحتى بعد إعادة تشغيل المفاعلات النووية اليابانية، ستظل لدى الكاشف القدرة على كشف جسيمات النيوترينو الأرضية، ولكن ليس بالسهولة الحالية. ■

1. Araki, T. *et al. Nature* **436,** 499–503 (2005).
2. Bellini, G. *et al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1303.2571 (2013).
3. The KamLAND Collaboration. Preprint at http://arxiv.org/abs/1303.4667 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

UPLOAD YOUR MANUSCRIPT

to

npg nature publishing group language editing
Premium science and medical editing

Are you looking for a superior service offering language editing? Try NPG Language Editing, a premium quality, English-language editing service provided by Nature Publishing Group.

Reliability

5 years since launch



40% of customers resubmit

Study Field

Submissions in **225** different subject categories

Usage

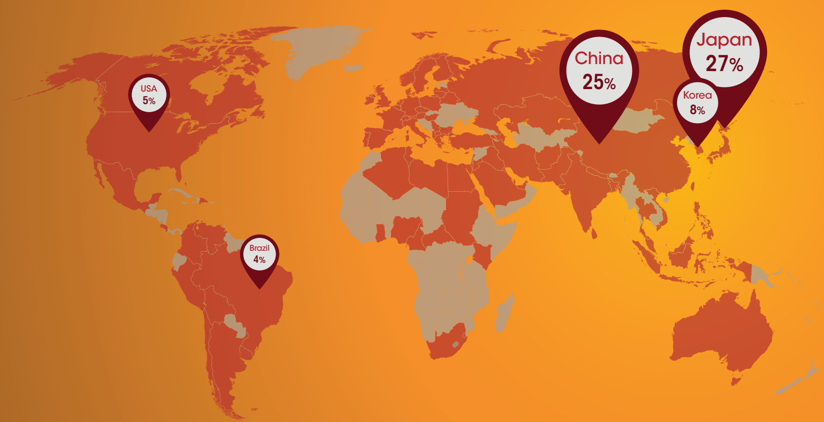


of submissions so far

Reach

Submissions from 102 countries

Top numbers of submissions



Visit NPG Language Editing online to upload your manuscript and review the different services on offer.

languageediting.nature.com

QUALITY, RELIABILITY AND FLEXIBILITY AT COMPETITIVE PRICES

nature publishing group npg

المكتبات في طـور جديـد

مع اتجاه النشر العلمي نحو فتح المصادر، تحاول المكتبات والباحثون مواكبة هذه التغيرات.

ريتشارد موناستيرسكي

علت الدهشة وجوه بعض طلبة مارين، وهم يحدقون النظر ـ غير مصدقين ـ في سايند شودري، الذي كان ملوحًا بذراعه اليمنى الممتدة، حيث بدا المهندس بقميصه وبنطاله المكويين جيدًا كأنه يمارس حركات رقص بإيقاع بطيء، لكنه كان في الواقع يلعب ببيانات فلكية.

كان شودري يقف في مبنى مكتبة افتُتحت في العام الماضي بجامعة جونز هوبكنز بمدينة بلتيمور، ميريلاند، بتكلفة 32 مليون دولار، ويتجه بوجهه نحو «جدار عرض من شاشات التلفزة» بارتفاع مترين وعرض أربعة أمتار. يشير شودري بذراعه لاختيار صورة «سديم حلقي» من بين 40 صورة التقطها تليسكوب الفضاء «هابل». وعندما يفتح شودري يديه في لفتة ترحيب؛ يملأ إطار غاز السديم البرتقالي المتوهج الجدار كله.

كان هذا الجدار ثمرة أفكار عالِم الحاسوب جريج هاجر، وشودري، الذي يدير البحث والتنظيم الرقمي للمكتبة. وبتكلفةٍ قدرها 30 ألف دولار، كوَّنا مع فريقهما شاشات التلفاز والمعالجات ونظام ميكروسوفت كينيكت Kinect الذي يشخّص حركات ولفتات الذراعين والجسم. وأقاما هذا الجدار بالمكتبة في العام الماضي على سبيل التجربة؛ لتمكين الطلاب والباحثين من استكشاف القليل من مقتنيات البيانات بالجامعة، من منظومات النجوم، حتى مخطوطات القرون الوسطى المزودة بالرسوم.

يقول شودري، الذي يعتقد أن الجدار بدأ يحقق

WILL KIRK/JHU HOMEWOOD PHOTOGRAPHY



سايند شودري يشرح كيفية استخدام جدار العرض، كجزء من سعي جامعة جونز هوبكنز لتغيير طريقة تعامل المكتبات والباحثين مع البيانات.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

شعبية بين رواد المكتبة: «بينما نكوّن المزيد والمزيد من المحتوى الرقمي، هناك سؤال حول كيفية أن تجعل الناس يعرفون أننا نمتلك هذا المحتوى، وكيف نجعلهم يتفاعلون معه بطرق جديدة». وهناك مهندس كيميائي أراد استخدام الجدار في عرض الجزيئات ومعالجتها. ويأمل الفلكيون بأن يساعدهم الجدار في تدريب الطلاب على تصنيف المجرات. وبتقديم طرق بديلة لاستكشاف البيانات وتشاركها، أصبح الجدار ـ حسب قول شودري ـ شكلاً جديدًا من أشكال النشر.

وتتسابق المكتبات الجامعية حول العالم في إعادة اختراع ذاتها؛ لمواكبة التحولات السريعة في الإنتاج المعرفي بالقرن الواحد والعشرين. ولا زالت تقوم بعمل ممتاز في شراء الكتب ورُخَص الوصول إلى الدوريات العلمية، وإتاحة مساحة للدراسة والتدريب البحثي للطلاب. كما تتزايد مساعدة المكتبات للمعلمين في تطوير مساقات التدريس وتطبيق التقنيات الجديدة. وهناك بين العلماء المتفرغين مَنْ يستطيع تصفح الأدبيات العلمية على الإنترنت بدون مغادرة مكتبه، فمعظم هذا النشاط غير مرئي لهم. لقد أصبحت المكتبات للكثيرين من آثار الماضي، ولم تعد تلبي احتياجاتهم.

فرسان البيانات الجدد

هذه النظرة قد تتغير قريبًا.. ففي جامعة جون هوبكنز وغيرها من جامعات القمة الأخرى، تستهدف المكتبات أن تصبح شريكًا فاعلاً في مشروعات البحث، بتبديل طريقة إجراء العلماء لأبحاثهم ونشرها.. فالمكتبات تريد المساعدة بكل مراحل البحث بتقديم الإرشاد وأدوات جمع البيانات واستكشافها وعرضها وتصنيفها ومشاركتها. تقول سارة توماس، رئيسة مكتبات جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة: «أرى أننا نتحرّك إلى أعلى التسلسل الغذائي (المعرفي)، ونتمنى أن نكون مساهمين في إبداع المعرفة الجديدة».

لم تتضح الصورة بعد عن مدى نجاح هذا التجديد، خاصة في ضوء الميزانيات المحدودة التي تواجه أمناء المكتبات والباحثين. لقد دخلت المكتبات باقتحامها مجال تنظيم البيانات سوقًا شديدة الازدحام تعج بدور النشر التجارية، وشركات تخزين المعلومات، ومستودعات البيانات المتخصصة، مثل جينبانك GenBank، الذي يخزن متتابعات الحمض النووي. يقول الكثيرون إن المكتبات تقوم بدور طبيعي في عالم البيانات، وإن أهميتها ستنمو مع التوجه نحو فتح مصادر منتجات الأبحاث.

> **«أرى أننا نتحرّك إلى أعلى تسلسل الغذاء (المعرفي) ونسهم في إبداع المعرفة الجديدة».**

في الشهر الماضي، أمرت إدارة الرئيس الأمريكي باراك أوباما الوكالات المانحة بضمان وصول الجمهور إلى المطبوعات والبيانات التي تنتجها الأبحاث الممولة فيدراليًّا. يقول وليم ميتشينر، عالم المعلومات بجامعة نيومكسيكو، ألبَكركي: «ستترتب على ذلك نتائج كبيرة، كما سيلقى تقديرًا ودعمًا أكبر من الجمهور لحفظ البيانات وإتاحتها للاستخدام العلمي». ويضيف: «المكتبات شريك حيوي ومهم في المشهد الجديد.. فهي خط الدفاع الأول عندما يعاني طاقم التدريس في الكليات والجامعات مشكلة في إدارة البيانات».

يعتبر فريق الأبحاث في مكتبات شَريدان بجامعة هوبكنز أحد رواد التخطيط لهذا التحول، ويُعزى السبب في ذلك جزئيًّا إلى خبرة تربو على عشر سنوات في إدارة البيانات من «مركز سلون لمسح السماء الرقمية»، الذي أنشأ خريطة لحوالي مليون مجرّة. يشغل شودري كذلك وظيفة كبير الباحثين بمشروع إنشاء برنامج لحفظ البيانات، بمنحة قدرها 9.4 ملايين دولار من مؤسسة العلوم الوطنية، ويعمل البرنامج الذي تشارك فيه عدة مؤسسات على استكشاف أدوات تنظيم البيانات وتطويرها. وقد مكَّنت المنحةُ جامعةَ جونز هوبكنز من تقديم خدمة مقابل رسوم في 2011؛ لمساعدة الباحثين في إدارة بياناتهم.

لم يتحمس علماء الجامعة للفكرة في البداية. وخلال اجتماع عُقد في عام 2011 لشرح تفاصيل الفكرة، اعترض البعض على ما بدا وقتها أنها رسوم إجبارية على إدارة البيانات. ويقول نوح كُوان، مهندس ميكانيكي بجامعة جونز هوبكنز: «بدا الأمر كضريبة على مقترحات الأبحاث». ولم يجد نفعًا أن كُوان وزملاءه كانوا يتعاملون مع التزامات إدارة البيانات الجديدة، ففي وقت سابق من العام، بدأت مؤسسة العلوم الوطنية تشترط أن يوضح الباحثون المتقدمون لمنحة كيف سينشرون بياناتهم، ويتشاركون في البيانات.

كان على شودري أن يبذل جهدًا أكبر في توضيح أن خدمة البيانات بجامعة جونز هوبكنز تطوعية ومفيدة.

تقول بتسي جونيا، استشاري إدارة البيانات بالجامعة: «صيانة البيانات ليست نقطة جذابة للباحثين، ويعود بعض ذلك إلى نقص الوعي».

أصبح كوان، الذي يدرس الميكانيكا الحيوية في الحيوانات، بنهاية المطاف من أوائل مستخدمي هذه الخدمة، ويرى أنه يستطيع بها تحسين ممارساته المعتادة. في مكتبه، قدم مثالاً لهذا النوع من البيانات التي ولّدها: مقاطع فيديو عالية السرعة لسباحة سمكة السكين في تيار اصطناعي. وسجل فريقه حركة زعانف السمكة، وقاس زملاؤه علماء الأعصاب إشارات الأعصاب لدراسة كيفية تحكُّم السمكة في موضعها في الماء.

ورغم أن الميكانيكا الحيوية ـ في حد ذاتها ـ علم متقدم، لكن منهج كوان في التعامل مع البيانات قديم الطراز. فعندما تكتمل الدراسة، يخزن مقاطع الفيديو والتحليلات على وحدة تخزين على رف بمكتبه. ومثل عديد من الباحثين الآخرين، فإنه يستجيب لطلبات البيانات حالة بحالة، وعندما أراد طالب دراسات عليا ـ في الصيف الماضي ـ إعادة تحليل دراسات مر عليها سبع سنوات، استغرق منه الأمر بضعة شهور لفهم البيانات، التي كانت منفصلة عن كود التحليل، وكانت هناك عدة نسخ من الكود تعين عليه أن يقرأها كلها. كانت البيانات الوصفية metadata ـ معلومات تصف البيانات الأصلية ـ رديئة للغاية، لدرجة أنها جعلت الأمر يبدو كـ«اصطياد كنز»، حسب قول كوان نفسه.

لذا.. عندما بدأ كوان كتابة مسودة مقترح بحث جديد لمؤسسة العلوم الوطنية؛ لاستكشاف النشاط العصبي للطيور المغردة، جلس مع جونيا وأخصائية أخرى في المعلومات. ووضعوا معًا خطة لتنظيم بيانات المشروع، وإتاحة بعضها للباحثين الآخرين. فإذا مولت مؤسسة العلوم الوطنية المشروع، ستقوم خدمة جونز هوبكنز بتنظيم بيانات مشروع كوان، وتخزينها لخمس سنوات، في إطار عقد قابل للتجديد.

إنّ عملية التنظيم نفسها أكثر انخراطاً من مجرد تخزين البيانات على الإنترنت عبر خدمة مثل درُبُّوكس Dropbox. وسيقدم كوان ملفات «تمهيدية» لبيانات الوصف، وكذلك أي نصوص مستخدمة في تجميع البيانات أو معالجتها. وستساعده الخدمة في تصنيف البيانات بمرجع فريد ودائم، مثل أرقام معرّف العناصر الرقمية (DOI) التي يستخدمها الناشرون، وهو تحسن شاسع، مقارنةً بروابط الويب مع مجموعة البيانات، التي يمكن أن تنقطع، مما يؤدي إلى رسالة error 404 المألوفة للجميع. ويستطيع الآخرون الاستشهاد بالبيانات مباشرة، بفضل رقم التعريف الثابت والدائم.

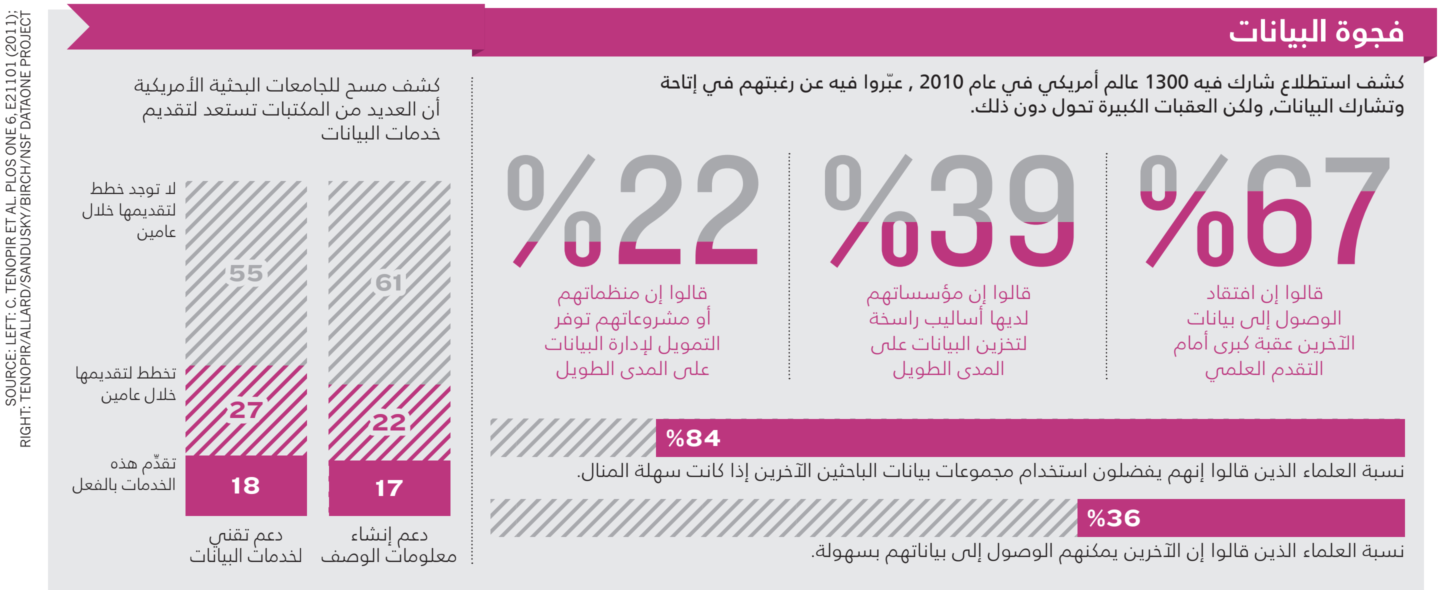
وافق فريق إدارة البيانات بجامعة جونز هوبكنز أيضًا على تأمين البيانات من مشكلات مثل تدهور وسائط التخزين، وتلف الملفات، وتقادم صيغ البيانات، وهي حماية لا تقدمها خدمات حفظ البيانات الحالية بالجامعة، التي تركز بشكل أساسي على تخزين المستندات الرقمية. يقول كوان عن هذه المزايا: «لن أعاني تلف البيانات لأي سبب».

وإذا تم تمويل منحة البحث، ستستحوذ خدمات حفظ البيانات وتنظيمها على 2% من التكاليف المباشرة، لكن كوان لا يمانع من ذلك. ويقول: «من الأفضل أن أقضي وقتي في الإشراف على الطلاب وجمع البيانات وتحليلها، بدلاً من إدارة أرشيفي الخاص من البيانات على المدى الطويل».

قلق حول تنظيم البيانات

يعاني علماء كثيرون من انشغالاتهم، أو يفتقدون المعرفة لمعالجة إدارة البيانات بأنفسهم. وفي استطلاع أُجري في عام 2010، وشارك فيه 1300 عالم، قال أكثر من 80% منهم إنهم سيستخدمون مجموعات بيانات خاصة بباحثين آخرين، إذا كانت سهلة المنال، بينما قال 36% منهم إن الآخرين يستطيعون الوصول إلى بياناتهم بسهولة (انظر: «فجوة البيانات») (C. Tenopir *et al*. *PLoS ONE* **6**, e21101; 2011).

يستطيع العلماء الذين يقومون بتنظيم وصيانة بياناتهم بأنفسهم الاستفادة بخيارات أخرى جديدة عديدة ـ مثل شبكة «داتاوَن» DataONE الدولية لحفظ البيانات ومشاركتها ـ التي يقودها وليم ميشينر، وأُنشئت بمنحة قدرها 20 مليون دولار من مؤسسة العلوم الوطنية. ومن الخيارات الأخرى غير الربحية مركز درياد Dryad لحفظ البيانات، الذي يساعد



الباحثين في التعرّف على مجموعات البيانات، وتخزينها وربطها بالمطبوعات. يقدم عدد من الشركات خدمات البيانات منها خدمة «فِجشير» figshare في لندن (تملكها شركة ماكميلان للنشر — الشركة الأم لمجلة «نيتشر») و«فهرس استشهاد البيانات» الذي أطلقته شركة «تومسون رويترز» في العام الماضي في نيويورك.

ويقول ميشير إن المكتبات مهيئة بشكل خاص لسد الثغرة بإدارة البيانات، فهي تملك خبرة طويلة في أعضاء هيئة التدريس، ومن المستبعد أن تختفي. ويتابع بقوله: «المكتبات لديها قدر كبير من رأس المال».

وتهتم مكتبات عديدة بدخول لعبة إدارة البيانات. وكانت كارول تينوبير ـ عالمة المعلومات بجامعة تنيسي في نوكسفيل ـ قد أدارت استطلاع عام 2010 حول عادات العلماء مع البيانات، كما أجرت دراسة لم تُنشر بعد عن مكتبات أكثر من 100 جامعة أبحاث أمريكية خلال 2011-2012. تقول تينوبير إنه برغم أن خدمات البيانات لا تُقدَّم سوى في أقل من 20% من هذه المكتبات، فإن 40% من هذه المكتبات لديها خطط لمساعدة العلماء على تنظيم البيانات وصيانتها وتخزينها في العامين المقبلين.

وتطوِّر مكتبات بودليان بجامعة أكسفورد بالفعل مستويات مختلفة من التخزين، مقابل رسوم، ابتداءً من الخدمات المؤمنة بالكامل للمعلومات الحساسة، من بيانات المرضى إلى الخدمات الأكثر انفتاحًا، كالبيانات المتاحة للجمهور والبيانات الوصفية. وأوضح استطلاع للباحثين بجامعة أكسفورد في العام الماضي أنهم حفظوا حوالي 3 بيتابايت (3 ملايين جيجابايت) من البيانات في العام الأول من تشغيل الخدمة، أي نحو ضعف البيانات المخزنة حاليًا في نظام الملفات المركزي بجامعة أكسفورد. يقول ولفرام هورستمان ـ الذي يطور الخدمات الرقمية لمكتبات بودليان ـ إنهم ربما لم يحفظوا الكمية بالكامل. ولم يذكر الاستطلاع أنه كان يتعين على الباحثين توثيق بيانات أبحاثهم ودفع رسوم تخزين بمعدل 5000 جنيه استرليني (أي 7500 دولار) لكل تيرابايت (ألف جيجابايت) من البيانات.

وتستكشف الجامعات الأخرى مختلف أساليب تنظيم بيانات الأبحاث. فقد أطلقت جامعة ستانفورد في كاليفورنيا ـ مثلًا ـ خدمة تجريبية لإدارة البيانات، وأنشأت مركزًا لحفظ البيانات، يخزن فيه الباحثون بيانات أبحاثهم بدون تكلفة للكميات الصغيرة والبسيطة، لكن هناك جامعات كثيرة تفتقد الموارد التي تمكنها من إقامة مراكزها الخاصة لحفظ البيانات، وتتجه ـ بدلًا من ذلك ـ إلى مساعدة الباحثين في العثور على مراكز الحفظ المناسبة. تقول تينوبير: «مؤسسات الأبحاث الضخمة فقط هي القادرة على إنشاء مراكزها الخاصة لحفظ البيانات».

ويكتسب الاندفاع نحو تشارك البيانات زخمًا وقوة في دول عديدة.. فالحكومة الأسترالية تستثمر 75 مليون دولار أسترالي (78.3 دولار أمريكي) في إنشاء خدمة البيانات الوطنية الأسترالية التي تديرها جامعة موناش في ملبورن. تقول كاثرين هابوري ريه ـ أمينة مكتبة جامعة موناش ـ إن الخدمة تساعد الجامعات الأسترالية في تمييز جميع أنواع المعلومات ونشرها، أي «كل شيء ابتداء من ’السينكروترون‘ إلى أهون المواد شأناً، حتى لو في مشروع بحثي شفوي».

وتتداخل مبادرات تنظيم واستدامة البيانات في مكتبات جامعات موناش، وجونز هوبكنز، وغيرها، وتتشابك مع ما يعده الكثير من الناس ثورة في النشر العلمي، حيث الابتعاد عن الأوراق السردية النصيّة، باعتبارها المخرجات الرئيسة للأبحاث. تقول جان بريز، باحثة المعلومات في مكتبة العلوم والتكنولوجيا الوطنية الألمانية بهانوفر، ومدير «داتا سايت» DataCite الإداري، وهي منظمة دولية تركز على وصف مجموعات البيانات والإحالة إليها: «لقد استنفد نموذج النشر العلمي الكلاسيكي إمكاناته، لأنه لم يتغير كثيرًا خلال الثلاثمئة سنة الماضية».

وفي المستقبل، يمكن قياس الإنتاج العلمي باستخدام جميع أنواع البيانات، بدءًا من الجداول الإلكترونية، حتى اللوغاريثمات وأدوات التحليل. يقول وليم ميشير: «حتى وقت قريب، اعتُبِرت البيانات (مواطنًا من الدرجة الثانية) في عالَم العلوم والنشر، لكن ذلك على وشك التغير».

من أوراق إلى منتجات

تحققت خطوة في ذلك الاتجاه هذا العام، عندما غيَّرت مؤسسة العلوم الوطنية إرشاداتها حول مقترحات الأبحاث، حيث أتاحت للباحثين إدراج «منتجات» تم إنشاؤها، كمجموعات البيانات والبرمجيات، بدلًا من المطبوعات فقط. وفي جلسة استماع بمجلس النواب الأمريكي مؤخرًا، جادل شودري وآخرون بأن فتح مصادر البيانات العلمية مسألة تهدد القدرة التنافسية الأمريكية. وجادل أنصار مصادر البيانات المفتوحة أنها ستساعد في كشف زيف وأخطاء الأبحاث.

عبر التفاوض حول كل هذه التغيرات، تواجه المكتبات تحديات هائلة، منها تقلص الميزانيات، وارتفاع تكاليف الاشتراك بالدوريات. يقول برَيان شوتلايندر، كبير أمناء مكتبات جامعة كاليفورنيا، سان دييجو، التي تقلصت ميزانياتها بنسبة 21% بين عامي 2008 و2012: «أدت تحولات النموذج والضغوط المالية إلى استخدام البعض كلمة الأزمة، وصفًا لما يحدث». وشوتلايندر نفسه يتخذ وجهة نظر أقل تألمًا، ويقول إن المكتبات في «مفترق طرق».

ويعتقد إيفك سميت، مدير المعايير والتكنولوجيا في الجمعية الدولية لناشري العلوم والتقنية والطب بأمستردام، هولندا، أنه من السابق لأوانه القول بأن المكتبات ستنجح في إعادة صياغة ذاتها في العصر الرقمي، لكن «يبدو فعلاً أن بعض المكتبات نجحت في إقامة أشياء جديدة».

وإذا كانت بيئة البيانات المعقدة المستجدة مؤشرًا على شيء، فستكون المكتبات يومًا جزءًا من منظومة بيئية ضخمة تتعامل مع تنظيم واستدامة المعلومات. ويأمل الجميع أن تكون الحدود بين مراكز حفظ البيانات سلسة ومحكمة، حتى يستطيع الباحث الذي يلتمس البيانات من مكتبه جمعها من جميع أنحاء العالم.

ويصوِّر البعض التركيز الجديد على البيانات تغييرًا هائلاً بالنسبة إلى المكتبات، ولكن سارة توماس تقول إن هذا التغيير ليس فرقًا ضخمًا عما كانت تقدمه عبر القرون: تنظيم المعلومات وحفظها وإتاحتها للعلماء. وتضيف قائلة إن مجموعات البيانات العلمية أكثر تعقيدًا، لكنها «من عدة نواحٍ لا تختلف عن صفحة بمخطوطة من العصور الوسطى». ■

ريتشارد موناستيرسكي محرِّر التحقيقات بمجلة «نيتشر» بالعاصمة الأمريكية واشنطن.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

عِلم بطيء

تُذكِّرنا أطول التجارب العلمية في العالم بأن العِلْم ماراثون طويل، وليس سباقًا قصيرًا سريعًا.

برايان أوينز

برغم أن العِلم سَعْيٌ طويل الأمد، لكن غالبًا ما تُجرى الأبحاث على مدى زمني قصير؛ قد يتضمّن تجربة متفردة، أو مشروعًا منفصلًا، تقيِّدهما فترة التمويل، إلا أن بعض المشروعات البحثية لا يمكن تعجيلها.. فمثلًا، تتطلب دراسة أعمار البشر، أو الاضطرابات التي تحدث للقشرة الأرضية وسطح الشمس عقودًا، وربما قرونًا.

وفي هذا التقرير، تنظر مجلة «نيتشر» في خمسة من أطول المشروعات العلمية أمدًا، بعضها كان يراكم المعلومات بلا انقطاع لقرون، وبعضها تنتج عنه مئات من الأوراق البحثية سنويًّا؛ وآخر تنتج عنه معلومة واحدة كل عقد.

وتواجه التجارب التي تتم بهذا الإيقاع تحديات معينة، كتغيُّر أولويات الأبحاث، والتقنية المرتبطة بها، كما أن وجودها مهدّد دائمًا بجفاف التمويل والتغيرات الإدارية، لكن المشترك بين تلك التجارب جميعًا هو بُعْد نظر العلماء الذين بدأوها، وصبر وتفاني من يحملون الشعلة بعدهم. فإذا كانت المثابرة تنبئ بحياة طويلة وصحية ـ كما أشارت دراسة استمرت 90 عامًا حول أعمار البشر ـ فبعض العلماء المشار إليهم في هذه المقالة قد تصل أعمارهم الشخصية إلى أرقام قياسية.

NATURE.COM
للاستماع إلى بودكاست حول هذه التجارب، برجاء زيارة:
go.nature.com/jlada7



كان جاليليو يرسم بقع الشمس منذ عام 1613.

UNIVERSAL HISTORY ARCHIVE/UIG/BRIDGEMAN ART LIBR.

400 عام عَـدّ البُقَـع

بدأ علماء الفلك في رصد وتسجيل ظهور البُقَع الشمسية منذ اختراع التليسكوب، أي قبل أكثر من 400 عام؛ وحتى جاليليو سجّل ملاحظاته، لكن لم يكن للراصدين القدامى معرفة بماهيّة البقع الداكنة على سطح الشمس أو حول المجالات المغناطيسية المنشئة للبقع. واتضح هذا كله عندما شرع عالِم الفلك السويسري رودولف وولف في 1848 باستخلاص ملاحظات ممنهجة، وطوّر معادلة ما زالت تُستخدَم حتى الآن لحساب عدد البقع الشمسية الدولي، أو ما هو معروف أيضًا بمُعامِل وولف لقياس مدى تغير النشاط الشمسي بمرور الوقت.

في عام 2011، عُيِّنَ فريدريك كليت مديرًا لـ«مركز تحليل بيانات التأثيرات الشمسية»، الذي يقع بالمرصد الملكي البلجيكي في «أوكِل» Uccle، والذي يشرف على إحصاء البقع الشمسية المجمعة من صور فوتوغرافية ورسوم لسطح الشمس، تمت بأيدي أكثر من 500 راصِد فلكي منذ عام 1700.

يقول ليف سڤالجارد ـ فيزيائي الشمس بجامعة ستانفورد، كاليفورنيا ـ إنّ هذه البيانات لا تقدَّر بثمن؛ للتنبؤ بنشاط البُقع الشمسية. ويبدو أن نشاط تلك البقع يزداد ويقل على مدار 11 عامًا، أو نحو ذلك، وقد يؤثر تدفق الجزيئات المشحونة ـ التي تنفثها البقع الشمسية في الفضاء ـ على الأقمار الاصطناعية، وأجهزة الإلكترونيات على الأرض. وتساعد البيانات المفصلة الباحثين في فهم سبب حدوث تلك الدورة، وتدقيق التنبؤات بالأحداث الشديدة بوجه خاص. يقول سڤالجارد إنه كلما طال التسلسل الزمني؛ استطعنا مراجعة نظرياتنا بشكل أفضل. وجدير بالذكر أن حوالي 200 ورقة بحثية تصدر سنويًّا، وتتناول معلومات حول البقع الشمسية بمجالات أخرى، إلى جانب فيزياء الشمس؛ كالمغناطيسية الأرضية، وعلوم الغلاف الجوي والمناخ.

بيد أن إدارة المؤسسة تعتمد كثيرًا على حسن النوايا.. فالمركز البلجيكي يقوم شهريًّا بجمع وترتيب أعداد البقع الشمسية من أعمال حوالي 90 راصدًا فلكيًّا، ثلثاهم من الهواة،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يستخدمون تليسكوبات بصرية صغيرة ليست أفضل حالًا من التي كانت تُستخدَم منذ 200 عام. وبرغم كونه «مركز البيانات العالمي» المُعتَرف به من قِبَل مجلس العلوم الدولي بباريس، لكنه لا يتلقى تمويلاً من المنظمة. ويعمل كليت مع شخص آخر غير متفرغ لصيانة ودعم قاعدة البيانات، بجانب وظيفته كفلكي بالمرصد الملكي ببلجيكا.

ومع ذلك.. يقول كليت إن العمل مع زملاء من العصور القديمة التي ترجع إلى مئات السنين أمر ممتع. فمثلا، يقول إنه برغم أن ما قدمه جاليليو من معلومات حول الشمس كان متضاربًا، نظرًا إلى «انشغاله بالكواكب وأشياء أخرى»، لكن رسومه مفصَّلة بما يكفي للكشف عن معلومات حول البنية المغناطيسية لمجموعات البقع الشمسية، وحجم وميل قطبَي الشمس. ويضيف كليت: «تستطيع أن تستخلص من هذه الرسوم المعلومات نفسها التي تستطيع استخلاصها من رسوم مصنوعة اليوم».

وما هو أكثر من ذلك.. أنّ كليت تأثر ببُعْد نظر وبصيرة أسلافه.. فقد سجلوا بإخلاص ما رأوه، ظنًّا منهم أنه قد يصبح مفيدًا لاحقًا. ويضيف: «إنه جانب أساسي في العلم أنْ تعمل، بغض النظر عما ستؤول إليه النتيجة النهائية».

170 عامًا مراقبة عملاق حـادّ الطباع

رغم كونه ينشط كل بضعة آلاف من السنين، فإن بركان جبل فيزوف يثور بشكل مشهود. ففي آخر ثَوَران له، سنة 79 ميلادية، التهمت نيرانه مدينة بومبي؛ وقبل ذلك أيضًا، منذ ما يقرب من 3800 سنة، غطى المدينة المعروفة حاليًا بنابولي بالغاز الساخن والصخور (انظر مجلة «نيتشر» العدد **473**، 140—141؛ 2011). ويراقب «مرصد فيزوف» ـ وهو أقدم مراكز أبحاث البراكين في العالم ـ البركان الشرس منذ 1841، ويقوم علماء المرصد بتدوين الدمدمات الزلزالية المرتبطة به؛ لمحاولة التنبؤ بأي خطر قادم. يقع المرصد على بعد 600 متر على جانب البركان، بحيث يكون بعيدًا بمسافة كافية عن قمته، ليأمن الحمم البركانية، وفي الوقت نفسه عاليًا بدرجة كافية؛ لتجنب تدفق الحمم البركانية. وحسب قول مارسيلّو مارتيني ـ مدير المرصد حاليًا ـ فإن المرصد شكَّل ممارسة علم البراكين وعلم طبقات الأرض.

وأجرى ماسيدونيو مِلّوني ـ أول مدير للمرصد ـ دراسات رائدة على الخواص المغناطيسية لحمم البركان، كان لها دور مهم في دراسات المغنطة القديمة لاحقًا، وهي تاريخ المجال المغناطيسي للأرض، كما سجلته الصخور. وفي 1856، قام لويجي پالميري ـ المدير الثاني للمرصد ـ باختراع مقياس الزلازل الكهرومغناطيسي الأكثر حساسية لهزات الأرض من الأجهزة السابقة، ومكَّنه من التنبؤ بثوران البركان. وتحت قيادة بالميري وخلفائه، أسهم المرصد في تطوير معظم أجهزة مراقبة البراكين بأنحاء العالم. ففي بدايات القرن العشرين، مثلًا، طوّر جوسيبي ميركالّي المقياس المستخدم حتى الآن لتصنيف نشاط البركان.

والمبنى ـ في حد ذاته ـ لم يعد يقوم بالدور نفسه.. فحسب قول هارالدور سيجوردسُن، عالم الزلازل بجامعة رود أيلاند، كنجستُن، «كان ضروريًّا بالمراحل السابقة الاقتراب من الحدث قدر الإمكان، لكن ذلك لم يعد ضروريًّا الآن». ومعظم المراقبة تتم الآن بحساسات أرضية تعمل عن بُعْد، وتُرسل البيانات لمختبر المعهد الوطني للدراسات الجيوفيزيقية والبركانية في نابولي، وتم تحويل المباني الأصلية إلى متحف في عام 1970.

وبجانب عمل المعهد في الكشف عن نظريات علمية، تم استخدام ملاحظاته في التنبؤ بالاضطرابات وحماية الجمهور، كما حدث في عام 1944. ويعمل العلماء بمختبر نابولي على مدار الساعة، ويراقبون أيضًا بركان سترومبولي بجزيرة شمال صقلية، وكامبي فليجري كالديرا غرب نابولي، وجزيرة إيسكيا، غير أن سيجوردسُن يرى أن مستقبل علم البراكين ليس بوضع حساسات على البراكين المعروفة خطورتها، لكن باستخدام رادارات فضائية يمكنها دراسة التشوهات الأرضية في أي مكان، وتحديد المناطق الخطرة، بغض النظر عن توقعات الجيولوجيين. ويقول سيجوردسن: «كما يجب أن نتجه نحو نظام عالمي منسَّق؛ لمراقبة البراكين، دون حاجة إلى التقيد بمقر على جانب البركان، والنظر إليه نظرة شمولية عالمية» .



FRATELLI ALINARI MUS. COLLECTIONS, FLORENCE

المبنى الأصلي لمرصد فيزوف، الذي كان يُستخدَم لرصد نشاط البركان من جانب الجبل، وهو الآن متحف.



ROTHAMSTED RESEARCH

ظلت أرض روثامستد منذ عام 1843 حتى الآن موطن إجراء التجارب؛ لاختبار تأثير الأسمدة على إنتاجية محصول القمح.

170 عامًا حَصْد المعلومات

يحرص المسؤولون عن مشروعات الأبحاث طويلة الأمد على ضمان نزاهة العمل، وكذلك أهميته. كان ذلك حال آندي ماكدونالد، الذي ورث في 2008 مجموعة تجارب زراعية كانت تختبر تأثير الأسمدة المعدنية والأسمدة العضوية على إنتاج المحاصيل منذ عام 1843.

بدأ تلك التجارب قطب صناعة الأسمدة، جون لوز، على أرضه الزراعية في روثامستد، شمال لندن، واستُخدِمت هذه الدراسات فيما بعد لدراسة تأثير النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، والصوديوم، والماجنيسيوم وسماد (روث) المزارع على إنتاجية المحاصيل الأساسية، بما فيها القمح، والشعير، والخضروات، والمحاصيل ذات الجذور.

يقول ماكدونالد، الذي يشغل الآن منصب مدير «التجارب الكلاسيكية» الجارية الآن بأبحاث روثامستد: «بعد عشرين أو ثلاثين عامًا، تمت الإجابة كما ينبغي عن معظم الأسئلة الأساسية حول الأهمية النسبية لأنواع الأسمدة المختلفة».. فالنيتروجين له التأثير الأكبر، ويليه الفوسفور. لذا.. يتم تحديث التجارب بانتظام؛ لاختبار الأفكار الجديدة، والحفاظ على ملاءمتها لممارسات الزراعة الراهنة. ففي 1968، مثلاً، تم استبدال محاصيل الحبوب طويلة القش بنوعيات أخرى قصيرة القش، وأكثر انتاجية، تبنّاها المزارعون. ويذكر ماكدونالد أن هذه المحاصيل الجديدة اتضحت حاجتها لكميات أسمدة أكثر، مقارنةً بالأصناف التقليدية، لأنها تستخلِص من التربة عناصرَ غذائية إضافية. ولذا.. كان على المزارعين التكيُّف مع ذلك.

يقول فيل روبرتسُن، مدير محطة كيلوج للأبحاث البيولوجية، وهي مركز أبحاث زراعية طويلة الأمد بجامعة ميتشيجان في هيكوري كورنرز: «إن روثامستد هي جَد الأبحاث الزراعية طويلة الأمد».. فسلسلة المعلومات المتواصلة التي تقدمها لا تقدَّر بثمن، حسب قول روبرتسن. فروثامستد ليست فقط قادرة على دراسة النواحي البيئية والبيولوجية ـ مثل تخزين الكربون في التربة، أو تأثير الأنواع الحية الغازية ـ التي اتضحت فقط عبر فترات زمنية طويلة، لكنها تقدم أيضًا منصة لدراسات أقصر زمنيًّا، كفقدان نترات التربة.

ويحتفظ الأرشيف في روثامستد بحوالي 300 ألف نبات محفوظ وعينة تربة جُمعت منذ بداية التجارب. في عام 2003، استخرج العلماء الحمض النووي لاثنين من مُمْرِضات القمح من عينات تعود إلى عام 1843، وأظهروا أن انبعاثات الصناعة من ثاني أكسيد الكبريت أثَّرت على النوع السائد منهما[1].

ويصعب الحفاظ على اهتمام هيئات التمويل.. فأبحاث روثامستد تعتمد على مزيج من التمويل الحكومي، ومِنَح تنافسية، ووقفية أسسها لوز قبيل وفاته. يقول روبرتسن، الذي شارك في العام الماضي في إنشاء شبكة أبحاث النظام البيئي الزراعي طويلة الأمد بوزارة الزراعة الأمريكية: «ينبغي للمموِّل أن يلتزم باستمرار المشاهدات؛ حتى في فترات لا يحصل فيها على نتائج مثيرة». ويفخر ماكدونالد وفريقه بتاريخهم. يقول ماكدونالد: «أحيانًا أعود بتفكيري إلى جون لوز.. وأشعر بمسؤولية كبيرة لضمان تسليم التجارب بحالة جيدة للأجيال القادمة.. فهي ليست جزءًا من متحف، لكنها جزء من مجتمعنا العلمي الحيّ».



STANFORD UNIV. ARCHIVE

بدأ لويس تيرمان إحدى أطول دراسات التطور البشري.

90 عامًا متابعة البراعم النابغة

في عام 1921، بدأ لويس تيرمان عالم النفس بجامعة ستانفورد، كاليفورنيا، متابعة أكثر من 1500 حالة لأطفال موهوبين من مواليد الفترة ما بين 1900 و1925، تم انتقاؤهم من خلال اختبار ستانفورد بينِت للذكاء، الذي طوَّره تيرمان. كانت هذه الدراسة إحدى الدراسات الطويلة الأولى عالميًّا، وتُعدّ الآن أطول سجل تفصيلي مُعمّق للتطوّر البشري، حيث تمت

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

متابعة الحالات لمدة تسعة عقود، بمناظرة حياتهم الأسرية، والاجتماعية، وتعليمهم، واهتماماتهم، وقدراتهم، وشخصياتهم.

ومن أهم أهداف «دراسات النبوغ الوراثية» التي قام بها تيرمان: دحض الافتراض السائدَ آنذاك بأن الأطفال الموهوبين مرضى انطوائيون، وبلا مهارات متنوعة. وحتى بمعايير زمانه، كان تصميم الدراسة حافلًا بالمشكلات.. فقد اتبع منهجًا اعتباطيًّا في اختيار حالات الدراسة، واعتمد إجراء الاختبارات كثيرًا على آراء المدرسين، والعينة التي أجريت عليها التجربة كانت غير ممثِّلة للواقع (كان أكثر من 90% من المشاركين بيضًا من الطبقتين العليا أو الوسطى، بل إن تيرمان أدخل أبناءه في التجربة). والأكثر من ذلك.. شوه تيرمان النتائج ذاتها، التي كان يحاول دراستها، وكان يكتب خطابات توصية للحالات التي يتابعها، حيث أصبح المشاركون معروفين، وساعد كثيرين منهم على دخول جامعة ستانفورد.

وبمتابعة الأطفال إلى سن الرشد، أثبت تيرمان أنهم أصحاء ومُتَّزِنُون كعموم الأطفال، وأنهم بصفة عامة كبروا وأصبحوا راشدين، وسعداء، وناجحين. ومع تقدم الدراسة، أخذ الباحثون في تصحيحها وتنقيحها؛ محاولين علاج عيوبها.

ففي الثمانينات على سبيل المثال، بدأ جورج ڤيلنت ـ عالِم النفس بكلية طب جامعة هارفارد ببوسطن، ماساتشوستس ـ في استخدام بيانات تيرمان؛ لإمداد دراسته طويلة الأمد حول تطوّر البالغين، وبدأ في جمع شهادات الوفاة لحالات المشاركين بدراسة تيرمان. وباستخدام هذه السجلات، استطاع هوارد فريدمان ـ عالِم النفس بجامعة كاليفورنيا، ريفرسايد ـ التوصل إلى أحد أهم اكتشافات دراسة تيرمان. فقد أظهر أن صفة الاجتهاد ـ أي الحصافة، والمثابرة، والتخطيط ـ التي تُقاس في مرحلتي الطفولة والرشد هي عامل سيكولوجي أساسي للتنبؤ بطول العمر، ومرتبط بزيادة العمر 6 أو 7 سنوات إضافية[2]. يقول فريدمان إنه لم يكن سهلًا اكتشاف هذا، لولا مجموعة البيانات المحتملة الطوليّة بامتداد حياة هؤلاء الأطفال.

تقول لورا كارستنسن ـ مديرة مركز ستانفورد لدراسات طول العمر ـ إن الدراسات التي تجري على فترات زمنية طويلة تتطور وفقًا للطرق العلمية. وسيقوم باحثون جدد بإضافة مقاييس وتعديل أو التخلص مما يعتقدون أنها أصبحت غير مهمة، أو تقادمت. وتضيف: «اليوم سنقيس الرفاهية العاطفية، مثلًا، بطريقة مختلفة جدًّا عما كان متبعًا في عام 1900. فمن نواح عدة.. فإنّ «النظر إلى مجموعة البيانات الطولية (لدراسات ممتدة زمنيًّا) يشبه كتابة تاريخ علم النفس».

«التجربة ماضية وشأنها، بينما العالم ماضٍ نحو كافة أشكال الفوضى».

85 عامًا في انتظار سقوط القطرة

في اليوم الثاني لبدء عمله بجامعة كوينزلاند في بريسبين، أستراليا، في عام 1961، تعرَّض الفيزيائي جون مينستون لتجربة صغيرة وغريبة، كان يتم إجراؤها بهدوء لمدة 34 عامًا في دولاب مغلق. وبعد مرور 50 عامًا، ما زال يعتني بها، وينتظر أن يشهد أكثر نشاطاتها إثارة.

بدأت تجربة سقوط نقطة القطران عندما أراد توماس پارنيل ـ أستاذ الفيزياء الأول بالجامعة ـ أن يثبت لتلاميذه كيف أنّ عينة من القطران المقطّر هشَّة بما يكفي لتحطيمها بمطرقة عندما تبرد، حيث ستسلك مسلك السوائل، وتنساب كقطرات عبر قمع؛ لتكون بذلك أبطأ ساعة زجاجية في العالم. وقد نجح ذلك بالفعل، بمعدل قطرة واحدة كل 6 إلى 12 عامًا. ويتوقع مينستون ـ بحذر ـ سقوط القطرة التاسعة في وقت ما بنهاية السنة الحالية.

ليست التجربة مصدرًا للاكتشافات.. فخلال 86 عامًا، لم تنتج إلا ورقة علمية واحدة[3]، تم فيها حساب أن لزوجة ذلك القطران أكبر من الماء بحوالي 230 مليار مرة. وفي عام 2005، حازت تلك التجربة امتيازًا مريبًا، هي جائزة آي جي نوبل Ig Nobel في الفيزياء، وهي محاكاة ساخرة لجوائز نوبل. (انظر: «نيتشر» العدد **437**، ص938 - 939؛ 2005).

وما زال هناك بعض العلم، لم يتم اكتشافه بعد. فلم يتمكن أحدٌ مطلقًا من رؤية أية قطرة خلال سقوطها، إذ فشلت كاميرا مراقبة التجربة في تصوير آخر قطرة سقطت في نوفمبر 2000. لذا.. فما يحدث عندما تنفصل القطرة عن القطران أعلاه غير معلوم. وسوف يتطلب الأمر بضع عقود أخرى لمعرفة تأثير كل من الطقس، ودخول مكيفات الهواء، والاهتزازات الناتجة عن عمليات تجديد المبنى على معدل التنقيط.

يقول مينستون إن قيمة تلك التجربة لا تكمن فيما بها من العلم، لكن في تأثيرها التاريخي والثقافي: فقد ألهمت النحاتين، والشعراء، والكتّاب للتفكر في مرور الزمن وإيقاع الحياة الحديثة. وتقدم أيضًا ربطًا بالتاريخ العلمي، وتعطي إحساسًا بالثبات.



JOHN S. MAINSTONE, UNIV. QUEENSLAND

في تجربة تنقيط القطران، سقطت 8 قطرات فقط منذ عام 1927.

يقول مينستون: «التجربة ماضية وشأنها، بينما العالم ماضٍ عبر كافة أشكال الصراع والاضطراب». وبما أن هناك الكثير من القطران في القُمع، فيُتوقع أن تستمر تلك التجربة في طريقها لمدة قد تصل إلى 150 عامًا أخرى، أو نحو ذلك. ولحسن الحظ، أقنع مينستون ـ البالغ من العمر 78 عامًا ـ زميلًا له أصغر سنًّا بمراقبة التجربة بعد موته. ■

برايان أوينز كاتب حر من مقاطعة نيوبرونزويك، كندا.

1. Bearchell, S. J., Fraaije, B. A., Shaw, M. W. & Fitt, B. D. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **102,** 5438–5442 (2005).
2. Friedman, H. S. & Martin, L. R. *The Longevity Project: Surprising Discoveries for Health and Long Life from the Landmark Eight-Decade Study* (Hudson Street Press, 2011).
3. Edgeworth, R., Dalton, B. J. & Parnell, T. *Eur. J. Phys.* **5,** 198–200 (1984).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



تعليقات



ILLUSTRATION BY PHIL DISLEY

أهداف التنمية المستدامة للبشر وكوكب الأرض

يجب أن يتكامل استقرار الأرض مع أهداف الأمم المتحدة؛ لمكافحة الفقر، وضمان رفاهية الإنسان، استنادًا إلى رؤية **ديفيد جريجز** وزملائه.

طالبت قمة ريو 20+، التي عُقدت في البرازيل تحت رعاية الأمم المتحدة في عام 2012، الحكومات المشارِكة بوضع مجموعة من «أهداف التنمية المستدامة»، التي يمكنها أن تتكامل لتشكّل متابعةً لـ«الأهداف الإنمائية للألفية» بحلول موعد تحقيقها النهائي في عام 2015. وقد استمرت النقاشات حول كيفية صياغة هذه الأهداف في الأسبوع الثالث من شهر مارس الماضي في المقرّ الرئيس للأمم المتحدة في نيويورك.

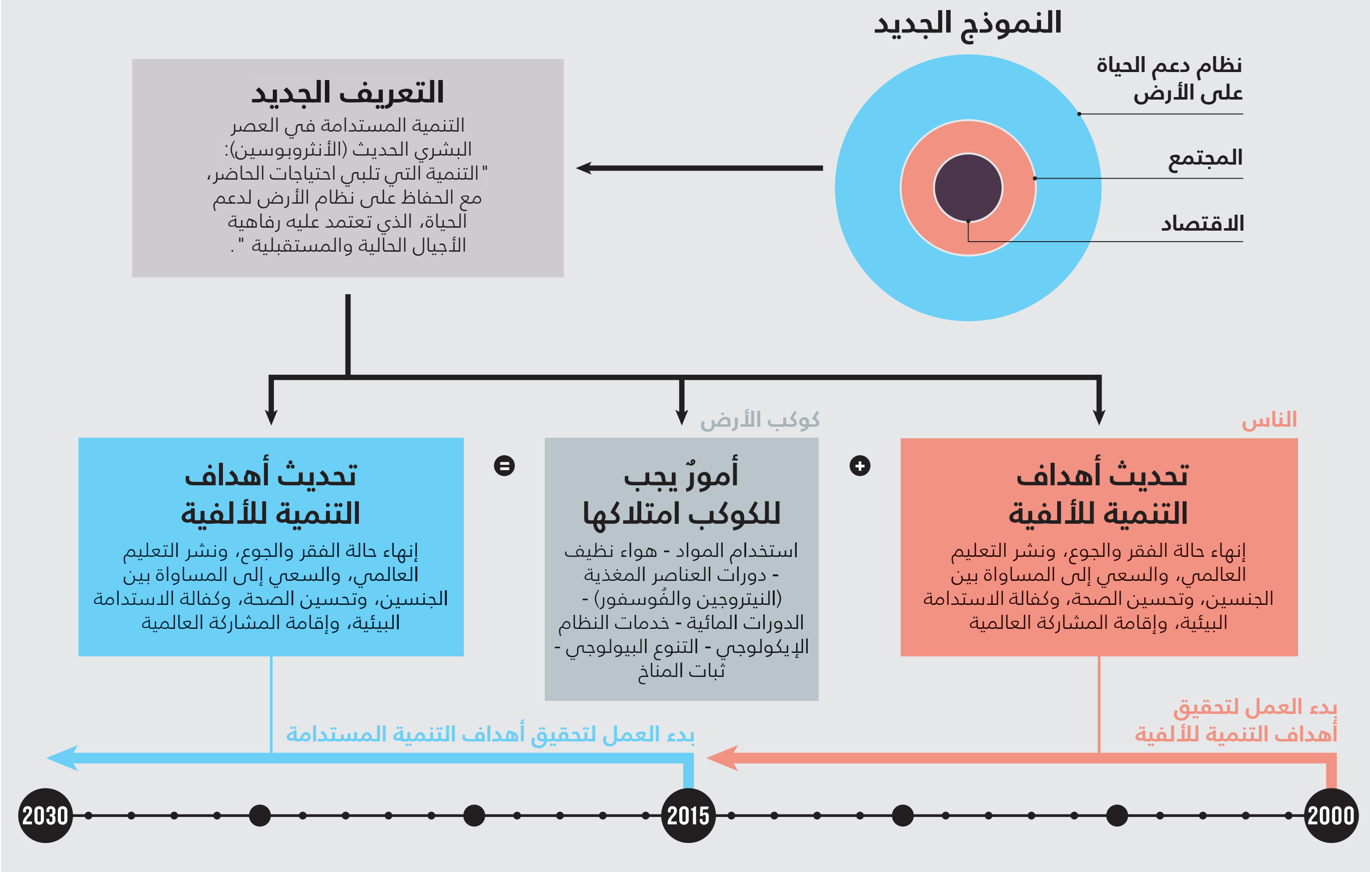
إننا نعتقد أن حماية أنظمة دعم حياة الأرض، والحدّ من الفقر ينبغي أن يكونا أول أهداف التنمية المستدامة. يقول البعض إن مجرد تمديد الأهداف الإنمائية للألفية لن يكون كافيًا، لأن البشر يعملون على تحويل هذا الكوكب بطرقٍ يمكنها أن تقوِّض المكاسب الإنمائية.

وكما تبيِّن البحوث المتزايدة.. فإن الأداء المستقرّ للنظم الأرضية ـ التي تضمّ الغلاف الجوي، والمحيطات، والغابات، والمجاري المائية، والتنوع البيولوجي، والدورات البيوجيوكيميائية ـ يُعدّ شرطًا أساسيًّا لمجتمع عالمي مزدهر. ومع توقّع وصول مجموع سكان الأرض إلى 9 مليارات نسمة بحلول عام 2050، يجب إعادة النظر في تعريفات التنمية المستدامة، بحيث تشمل كلا من: أمن الناس، وأمن الكوكب.

إن تحديد مجموعة موحّدة من أهداف التنمية المستدامة أمرٌ فيه الكثير من التحدِّي، وخاصة بوجود تعارض بين الأهداف الفردية، مثل توفير الطاقة، ومواجهة تغيُّر المناخ، ولكننا أظهرنا هنا أن هذا الأمر ممكن.. فعند الجمع بين الأهداف الإنمائية للألفية، والأهداف ◄

إطار عمل موحَّد

مجموعة من ستة أهداف للتنمية المستدامة، ناتجة عن الجمع بين أهداف التنمية للألفية، والظروف اللازمة للتأكد من ثبات أنظمة الأرض.



◄ البيئية العالمية المستمدّة من العلم والاتفاقات الدولية القائمة، نقترح ستة أهداف للتنمية المستدامة، على أن يكون التاريخ المبدئي لإنجازها هو عام 2030.

دخول العصر البشري الحديث «الأنثروبوسين»

منذ عام 2000، ركزت الأهداف الإنمائية للألفية على الحدّ من الفقر المدقع في البلدان النامية، ولكن متابعة جدول الأعمال لما بعد عام 2015 ركّزت فقط على التخفيف من حدّة الفقر، التي تعوق تحقيق أهداف جدول الأعمال. وهناك أدلة متزايدة، وتغييرات حقيقية على أرض الواقع، تُظْهِر ـ بشكل مقنع ـ أن الإنسانية تسير نحو تغيُّر بيئي عالمي، وأنها دفعت بنا إلى عصر جيولوجي جديد.. هو العصر البشري الحديث[1].

يحمل الضغط البشري المتزايد خطورة إحداث تغييرات مفاجئة، وواسعة النطاق ـ وربما تكون غير قابلة للرجوع فيها ـ على العمليات الأساسية لنظام الأرض. إن نقص المياه، وتطرُّف الأحوال الجوية، وتدهور ظروف إنتاج الغذاء، وفقدان النظام الإيكولوجي، وزيادة نسبة الأحماض بالمحيطات، وارتفاع مستوى سطح البحر هي أخطار حقيقية، يمكنها أن تهدّد التنمية؛ وتحرِّك الأزمات الإنسانية في جميع أنحاء العالم. ويتطلب تحقيق الوفرة والعدالة في التنمية بين فقراء العالم انتقال الناس من جميع الأمم إلى أساليب الحياة المستدامة.

ويمكن لأهداف التنمية المستدامة أن تعالج هذه المخاطر، عن طريق تنسيق العمل على الصعيد الدولي. لقد أظهرت الأهداف الإنمائية للألفية أن اتباع نهج تحديد الأهداف يرفع من درجة الدعم وقنوات التمويل العامّ والسياسي على نحو فعّال؛ لمواجهة الأزمات العالمية الملحّة[2]. ومع ذلك.. فإن التردّد السياسي لتخطِّي مجرد تحقيق الأهداف الإنمائية للألفية يبقى مصدرًا للقلق.

يجب أن تكون أهداف التنمية المستدامة قابلة للقياس، استنادًا إلى أحدث البحوث التي أكّدت على ذلك. وينبغي أن يتم تطبيقها على البلدان المتقدمة والنامية على حد سواء.. ولكن أولًا، نحن بحاجة إلى إعادة صياغة نموذج الأمم المتحدة لركائز التنمية المستدامة الثلاث، وأعني بها: الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية. ويجب النظر إليها كمفهوم متداخل.. فالاقتصاد العالمي يقدم خدمات للمجتمع، تقع ضمن نظام دعم الحياة على الأرض. لذا.. تجب إعادة تعريف التنمية المستدامة، الذي اعتُمِدَ في تقرير عام 1987 من قِبَل لجنة الأمم المتحدة العالمية المعنيّة بالبيئة والتنمية (لجنة برونتلاند)؛ لكي يصبح تعريف التنمية المستدامة هو: «التنمية التي تلبي احتياجات الحاضر، مع الحفاظ على نظام الأرض لدعم الحياة، الذي تعتمد عليه رفاهية الأجيال الحالية والمستقبلية».

للتمكُّن من وضع أهداف وغايات مناسبة، يجب تحديد الظروف البيئية التي تمكِّن من تحقيق تنمية بشرية مزدهرة، وتعيين نطاقات مقبولة للمحيط الحيوي؛ بما يتيح بقاءها في تلك الحالة. إن عصر الهولوسين المستقر بشكل غير اعتيادي ـ الذي أتاح لأجدادنا تطوير الزراعة والمجتمعات الحديثة خلال 10,000 سنة مضت ـ يقدّم نقطة مرجعية علمية. وفي الواقع، فهذه فقط هي الظروف التي نعرف أن بإمكانها أن تدعم الحياة الحديثة.

وبناءً على عقود من البحث، حدّد تحليل صدر في عام 2009 الحدود الكوكبية التي قد يكون تَخَطِّيها غير آمن بالنسبة إلى تسع من عمليات النظام الأرضي[3]، وهي: تغيّر المناخ؛ ومعدّل فقدان التنوع البيولوجي (البري والبحري)؛ والتدخّل في دورات النيتروجين والفوسفور؛ واستنفاد طبقة الأوزون في الستراتوسفير (الغلاف الجوي العلوي)؛ وزيادة نسبة الأحماض في المحيطات؛ والاستخدام العالمي للمياه العذبة، وتغيُّر استخدام الأراضي؛ والتلوّث الكيميائي، وتحميل الغلاف الجوي بالهباء.

إنّ تَبَنِّي العمل بهذه الحدود، واستخدام الدراسات العلمية الأخيرة ذات المصداقية، والعمليات الدولية القائمة ـ مثل اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن

الأهداف الستة للتنمية المستدامة

بعض الأهداف المبدئية لعام 2030

● **الهدف 1: حياة وسبل عيش مزدهرة: القضاء على الفقر، وتحسين الرفاهية بتأمين الحصول على التعليم والعمل والمعلومات، وتحسين الخدمات الصحية والإسكان،و الحدّ من عدم المساواة في الطريق نحو تأمين الاستهلاك والإنتاج المستدامين.**
هذا الهدف يشكّل امتدادًا لعديد من الأهداف الإنمائية للألفية تجاه الفقر، والصحّة والأوساط البيئيّة الحضرية، ويطبقها على الدول المتقدمة. ويجب أن يشمل أهدافًا لتأمين الهواء النظيف، استنادًا إلى المبادئ التوجيهية لمنظمة الصحة العالمية فيما يختصّ بالملوثات، مثل الكربون الأسود[6]؛ وتخفيض انبعاثات المواد المستنفدة للأوزون في الغلاف الجوي العلوي، تماشيًا مع توقعّات بروتوكول مونتريال؛ والكميّات الحرجة للمركبات الكيميائية والمواد السامة من صنع الإنسان، والممارسات المستدامة لاستخراج واستخدام وإعادة تدوير العناصر المعدنية النادرة، وغيرها من الموارد الطبيعية.

● **الهدف 2: الأمن الغذائي المستدام: القضاء على الجوع، وتحقيق الأمن الغذائي على المدى الطويل - بما في ذلك تحسين التغذية - من خلال اعتماد نظم إنتاج وتوزيع واستهلاك مستدامة.**
ويجب تمديد هدف الألفية الثالثة في القضاء على الجوع، وإضافة أهداف للحدّ من استخدام النيتروجين والفُوسفور في الزراعة[3,7,8]. ويجب تحسين كفاءة استخدام المغذّيات بنسبة 20% بحلول عام 2020. وينبغي عدم استخراج أكثر من 35 مليون طن من النيتروجين سنويًّا من الغلاف الجوي. ويجب ألا يتجاوز تدفّق الفوسفور إلى المحيطات 10 مليون طن سنويًّا، وأن يصل الجريان السطحي للفوسفور إلى البحيرات والأنهار إلى النصف بحلول عام 2030.

● **الهدف 3: الأمن المائي المستدام: الالتزام بحصول الجميع على المياه النظيفة، ومرافق الصرف الصحي الأساسية، وضمان كفاءة توزيعها عن طريق الإدارة المتكاملة للموارد المائية.**
وهذا الأمر من شأنه الإسهام في تحقيق الأهداف الصحية الإنمائية للألفية، وتقييد إهدار المياه على المستوى العالمي إلى أقل من 4000 كيلومتر مكعب سنويًّا، والحدّ من حجم المياه المسحوبة من أحواض الأنهار إلى ما لا يزيد على 50-80% من متوسط المعدّل السنوي للتدفق[3,9].

● **الهدف 4: الطاقة العالمية النظيفة: تحسين طرق الحصول على الطاقة النظيفة بأسعار معقولة على مستوى العالم. إنّ من شأن الطاقة النظيفة أنْ تقلّل التلوّث المحلّي والآثار الصحية السلبية، وأن تخفّف من ظاهرة الاحتباس الحراري.**
وهذا الأمر يسهم في التزام الأمم المتحدة بتأمين الطاقة المستدامة للجميع، ويتناول الأهداف الإنمائية للألفية ذات الصلة بالتعليم والمساواة بين الجنسين، والصحة. ومن أجل ضمان 50% على الأقل من إمكانية البقاء ضمن حدود الارتفاع الحراري بما لا يزيد عن درجتين مئويتين[10]، يجب أن تسعى أهداف الاستدامة نحو وصول انبعاثات غازات الاحتباس الحراري العالمي إلى ذروتها في 2015-2020، وأن تنخفض بنسبة 3-5% سنويًّا حتى عام 2030، وأن تنخفض بمعدل 50-80% بحلول عام 2050.

● **الهدف 5: نظم إيكولوجية صحية ومنتجة: الحفاظ على التنوع البيولوجي وخدمات النظم الإيكولوجية، عن طريق تحسين إدارتها، وتقييمها، وقياسها، وحفظها، واستعادتها.**
هذا الهدف يجمع بين الأهداف البيئية الإنمائية للألفية، وتوقعات أهداف آيتشي لعام 2030، التي اعتمدت في اتفاقية التنوع البيولوجي (انظر: www.cbd.int/sp/targets). وينبغي ألا تتجاوز نسبة الانقراض عشرة أضعاف المعدل الطبيعي للخلفية البيئية. وينبغي الحفاظ على ما لا يقل عن 70% من الأنواع في أي نظام إيكولوجي، و70% من الغابات. وينبغي أن تدار النظم الإيكولوجية المائية والبحرية بحيث تضمن حماية المجالات الحيوية الأساسية؛ لتأمين التنوع البيولوجي، وخدمات النظم الإيكولوجية، ومصائد السَّمَك.

● **الهدف 6: إدارة المجتمعات المستدامة: تحويل الإدارات والمؤسسات ـ على كافة المستويات ـ للتصدِّي لتحقيق الأهداف الخمسة الأخرى للتنمية المستدامة.**
وهذا الهدف من شأنه أن يعتمد على بناء شراكات مع الأهداف الإنمائية للألفية، وإشراك الأهداف البيئية والاجتماعية في النظم التجارية والاستثمارية والمالية العالمية[4]. ويجب القضاء على الإعانات المقدمة للوقود الأحفوري والسياسات التي تدعم الممارسات غير المستدامة في مجالات الزراعة ومصائد السَّمك بحلول عام 2020. ويجب أن تتضمّن أسعارُ المنتجات التأثيرات الاجتماعية والبيئية. ويجب تأسيس نظم (الرصد، والإبلاغ، والتأكد) الوطنية، بحيث تحقق أهداف التنمية المستدامة. وينبغي تأمين إتاحة الحصول على المعلومات، وتأمين عمليات صنع القرار على كافة المستويات.

التغيّر المناخي ـ مَكّنَنا من استخلاص قائمة الاستدامة «التي يجب تحقيقها»؛ وصولًا إلى تأمين ازدهار الإنسان (انظر«إطار عمل موحَّد»).

لقد جمعنا هذه الأهداف إلى الأهداف الإنمائية للألفية، وقمنا بتحديثها، وتمديد أجلها حتى عام 2030، بغرض وضع ستة أهداف للتنمية المستدامة، هي: حياة وسبل عيش مزدهرة، وأمن غذائي مستدام، وأمن مائي مستدام، وطاقة عالمية نظيفة، ونظم إيكولوجية صحية ومنتجة، وإدارة المجتمعات بطريقة مستدامة (انظر: «بعض الأهداف المبدئية لعام 2030»).

تبقى المبادئ المحركة متمثلةً في: الحدّ من الفقر والجوع، وتحسين الصحة والرفاهية، وابتكار نماذج الإنتاج والاستهلاك المستدام.. فمثلًا، يمكن لهدف تحسين الحياة وسبل العيش أنْ يساعد في تعزيز فرص الحصول المستدام على الغذاء، والماء، والطاقة، مع حماية التنوّع البيولوجي، وخدمات النظام الإيكولوجي.

من المهم إدراك أنه لا يمكن تحقيق أيٍّ من هذه الأمور، دون إجراء تغييرات على المجالات الاقتصادية[4]. وينبغي للسياسات الوطنية ـ مثل تسعير الكربون ـ أن تضع قيمة لرأس المال الطبيعي، وتكلفة للإجراءات غير المستدامة. وينبغي تقوية الإدارة الدولية للمشاعات العالمية، بواسطة اتفاقات مُلْزِمَة بشأن تغيُّر المناخ مثلًا، وبواسطة إيقاف فقدان التنوّع البيولوجي وخدمات النظام الإيكولوجي، وبإيجاد حلول لشؤون الاستدامة الأخرى.

يسعى إطار العمل لأهداف التنمية المستدامة إلى إدارة المبادلات، ويزيد التعاون العملي بين الأهداف، ويمكن تنفيذه بمقاييس تتراوح بين الشمولية الدولية والخصوصية المدنيّة. إنه يدمج الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، ويقدم التوجيهات لازدهار الإنسانية على المدى الطويل.

> **«لا يمكن تحقيق أيٍّ من هذه الأمور، بدون إجراء تغييرات على المجالات الاقتصادية».**

إن العدد القليل من الأهداف ضروري من أجل التركيز، ويمكن إضافة أهداف أخرى، ولكنها يجب أن تتضمن الأهداف الأساسية الستة.

هناك العديد من الثغرات وأوجه عدم اليقين فيما نعرفه عن المخاطر البيئية العالمية، وكيفية تمكين المجتمعات من استخدام الموارد، وتحقيق الاستدامة والغنى بكفاءة. وهناك حاجة إلى مبادرات بحثية، مثل «الأرض المستقبلية»، وهو برنامج مدته عشر سنوات، يجري بالتنسيق مع المجلس الدولي للعلوم[5]؛ لتحسين الأهداف، وتوفير حلول مستدامة لرفاهية الإنسان.

إنّ الخطوة الأولى مطلوبة من صانعي السياسات؛ لتبنّي إطار بيئي واجتماعي موحّد لأهداف التنمية المستدامة، بحيث لا يتم فقدان التقدّم التنموي الذي نحقّقه اليوم عندما يتوقف كوكبنا عن العمل لصالح سكان العالم. ■

ديفيد جريجز أستاذ ومدير معهد موناش للاستدامة، جامعة موناش، فيكتوريا 3800، أستراليا. **مارك ستافورد سميث، أوين جافني، يوهان روكستروم، ماركوس سي أومان، بريا شيامسوندار، ويل ستيفن، جيسبرت جلاسر، نوريشيكا كاني، إيان نوبل.**
البريد الإلكتروني: dave.griggs@monash.edu

1. Steffen, W. *et al. Ambio* **40,** 739–761 (2011).
2. United Nations. *The Millennium Development Goals Report 2012* (UN, 2012).
3. Rockström, J. *et al. Nature* **461,** 472–475 (2009).
4. Biermann, F. *et al. Science* **335,** 1306–1307 (2012).
5. Glaser, G. *Nature* **491,** 35 (2012).
6. Shindell, D. *et al. Science* **335,** 183–189 (2012).
7. Sutton, M. A. *et al. Our Nutrient World* (Centre for Ecology and Hydrology, 2013).
8. Carpenter, S. R. & Bennett, E. M. *Environ. Res. Lett.* **6,** 014009 (2011).
9. Smakhtin, V. U. & Batchelor, A. L. *Hydrol. Process.* **19,** 1293–1305 (2005).
10. Huntingford, C. *et al. Environ. Res. Lett.* **7,** 014039 (2012).

تتوفر معلومات إضافية عن المؤلف وكافة انتماءاته برفقة هذا المقال، المنشور على الإنترنت على: nature.com/zowqiw.

DIMA KOROTAYEV/REUTERS



وحدة دفاع روسية تتدرب على الإنقاذ، بعد محاكاة هجوم كيماوي في عام 2002.

تحديــث اتفاقيــة الأسلحــة الكيميائيــة

«أَدْخِل التهديدات البيولوجية ضمن بنود المعاهدة، وارْفَع إدراك الكيميائيين بالجانب المظلم المترتّب على أبحاثهم» **ليف ك. سِيدنِس.**

اجتمع ممثلو 188 بلدًا وقّعت وصدّقت على «اتفاقية الأسلحة الكيميائية» CWC في لاهاي بهولندا ما بين 8 و19 من إبريل الماضي؛ لمراجعة المعاهدة للمرة الثالثة. وتحمل الوثائق التي تمحور حولها النقاش أنباء طيّبة عن التقدم ضد خطر الحرب الكيميائية، ولكنها لا تعالج التغيّرات الجيوسياسية الأخيرة، ولا الطرق التكنولوجية الناشئة التي تتيح الإنتاج على نطاق صغير، والتي تمثل مخاطر جديدة.

تشير تحليلات من السنوات الخمس الماضية إلى أن «منظمة حظر الأسلحة الكيميائية» OPCW قامت بعمل رائع.. فقد تمّ تدمير حوالي 78% من مخزون الأسلحة الكيميائية المُعْلنة، ومن المتوقّع أن يرتفع هذا الرقم إلى 99% بحلول عام 2017. وأشارت التقارير أيضًا إلى أن جميع المنشآت المعروفة لإنتاج الأسلحة الكيميائية قد عُطِّلت، أو تم تحويلها إلى الأغراض السلمية. وسوف يذكرون أن التطوّرات العلمية والتكنولوجية قد تقدّمت، ولكن ليس بشكل كبير. وكان لهذا تأثير ضئيل على إنتاج واستخدام الأسلحة الكيميائية.

أمّا الذي سيُفتَقَر إليه، فهو التقييم الواضح لتأثير التغيرات الجيوسياسية الكبرى في تغيير العالم الذي وُضِعت «اتفاقية حظر الأسلحة الكيميائية»، وأُسِّست «منظمة حظر الأسلحة الكيميائية» للتعامل معه. إن «اتفاقية حظر الأسلحة الكيميائية» هي اتفاقية بين الدول، التي كانت تمثل اللاعبين السياسيين في الماضي، لكن الصراعات الكبرى التي تجري اليوم تشمل بعض البلدان التي لم توقّع على هذه الاتفاقية، وبعض الجماعات المسلحة الصغيرة، ذات الأهداف السياسية، التي لا صفة قانونية لها. وسوريا ـ على سبيل المثال - واحدة من ستّ دُول لم توقّع على الاتفاقية، أو تنضمّ إليها، ويُعتقد أنها تمتلك أسلحة كيميائية. وهذا الأمر ينتقص من سلطة الاتفاقية.

إن توفّر التقنيات والمعدّات الحديثة لتصنيع المواد الكيميائية، بما في ذلك المفاعلات المُدَمّجة، يعني أن

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإرهابيين سيتمكنون من تصنيع كميات صغيرة ـ ولكنها قاتلة ـ من الأسلحة الكيميائية، بعيدًا عن سلطة الاتفاقية. كما سيصبح تركيب المواد السامة ممكنًا أيضًا باستخدام العمليات البيولوجية الخارجة عن السيطرة.

هذه الحقائق تستدعي اتخاذ إجراءين علميين، هما: التفتيش على صناعات التقنية الحيوية، وتحليل شامل للبيانات التي تُظهِر مبيعات المواد الكيميائية وتكنولوجيا المفاعلات. ولتحقيق ذلك.. تجب إعادة التفكير في «اتفاقية حظر الأسلحة الكيميائية»، ودمجها مع «اتفاقية الأسلحة البيولوجية والسميّة» BWC. ويحتاج تحديث الاتفاقية إلى صلاحيات أوسع، إذا كان المنتظر منها الحد من عودة تصنيع الأسلحة الكيميائية في أي شكل، وبأي كمية، وفي أي مكان.



DIGITALGLOBE VIA GETTY

المنشآت الصناعية في سوريا خارج نطاق اتفاقية الأسلحة الكيميائية.

رؤية ضيِّقة

تُعقد المؤتمرات كل خمس سنوات؛ لتقييم عمل «اتفاقية الأسلحة الكيميائية»، وتقدير التقدم الذي تحقق، وتقرير ما إذا كانت هناك حاجة إلى إجراء أي تعديلات. وحتى الآن، تم إجراء تغييرات قليلة. وقد أبدت البلدان الموقِّعة تخوُّفًا من نشوب الحرب الكيميائية على نطاق واسع، كما حدث في الحرب بين إيران والعراق (1980-1988).و تركّز لوائح وأنظمة التفتيش على أنواع معينة من المواد الكيميائية التي تملكها الدول بكميات كبيرة، وهي تضم ـ على حد سواء ـ الأسلحة الكيميائية، مثل السارين، وغاز الخردل، والمواد الكيميائية، بما فيها الفوسجين (ثنائي كلوريد الكربونيل)، وكلوريد الثيونيل، التي يتم استخدامها لإعداد الأسلحة الكيميائية.

وتؤثر التغييرات الجيوسياسية على «اتفاقية الأسلحة الكيميائية»، لأن هذه الأخيرة تتعامل فقط مع السلطات الوطنية، وليس مع الأفراد الأقوياء، أو الجماعات الثورية، أوالفصائل المتصارعة في الحروب الأهلية، أو الخلايا الإرهابية التي يمكن أن يكون لها تأثير ضار على الأمن العالمي. وقد ارتفع عدد الجهات غير الحكومية الفاعلة سياسيًّا؛ نتيجة الصراعات الإقليمية؛ مما أدى إلى زيادة خطر الإرهاب، وانهيار البِنَى الوطنية. إن «اتفاقية حظر الأسلحة الكيميائية» لا تمنح «منظمة حظر الأسلحة الكيميائية» أي سلطة للتصرف في النزاعات بين هذه الأطراف. وهذا لا يمنع تدمير الأسلحة الموجودة، ولكنه قد يشكّل مشكلات خطيرة في المستقبل.

يقع إنتاج الأسلحة الكيميائية على نطاق صغير من قِبَل الناشطين والإرهابيين خارج نطاق سلطة «اتفاقية الأسلحة الكيميائية» أيضًا. وهذه المخاطر آخذة في الازدياد. ولذا.. تنبغي مراقبة ما يستجد في ثلاثة مجالات، ومتابعته بعناية.

أولًا، هناك حاجة إلى المراقبة الدقيقة للأبحاث الكيميائية التي تتداخل مع الطب والبيولوجيا، مثل البحث عن الببتيدات العصبية، والمنظِّمات البيولوجية، وهو مجال ينمو بسرعة، ويمهد الطريق أمام البيولوجيا التخليقية وإنتاج السموم على نطاق واسع. ومن الأمثلة على هذا المجال: ساكسيتوكسين (سمّ عصبي يُسبب الشلل)، والريسين (مثبِّط لإنتاج البروتين)، وكلاهما محظور استخدامه، استنادًا إلى «اتفاقية الأسلحة البيولوجية»، و«اتفاقية الأسلحة الكيميائية» على حد سواء. ولذا.. يبدو من المنطقي دمج الاتفاقيتين، وتطبيق نظام التفتيش الذي تتيحه «اتفاقية الأسلحة الكيميائية» على العلوم البيولوجية. وسيكون لهذا الأمر تأثير كبير، لأن «اتفاقية الأسلحة البيولوجية» لا تجيز عمليات التفتيش.

المجال الثاني للتدقيق هو البحث عن «المواد الكيميائية المسبِّبة للعجز» ICAs، وأعني بها المركّبات التي تعمل على الجهاز العصبي المركزي، والتي من المفترض أن تُستخدم للسيطرة على الجموع، وليس للحرب[1]. وهذا الأمر مسموح حاليًا بموجب «اتفاقية الأسلحة الكيميائية»، ولكنّي أتفق مع خبير الأمن الدولي مالكولم داندو من جامعة برادفورد، المملكة المتحدة، في وجوب حظرها[2]. إن مركبات مثل مشتقات الفنتانايل، وغيرها من المواد (الأفيونيّة المفعول) مميتة لبعض الأفراد، دون سواهم، وذلك حسب النوع، والعمر، والحالة الصحية العامة. فمثلًا، عندما تعرضت نحو 750 رهينة إلى مشتق الفنتانايل في حادثة المسرح في موسكو عام 2002، توفي نحو 125 شخصًا منهم. وحتمًا سيتم إنتاج مركبات أخرى قاتلة من مجموعة «المواد الكيميائية المسبِّبة للعجز» في إطار البحث عن عوامل آمِنة لمكافحة الشغب.

ثالثًا، لا بد من تعقُّب تدفّق المفاعلات الصغيرة، لأنها تتيح إنتاج مركبات سامة بطرق آمنة نسبيًّا، حيث تتوفر كميات صغيرة فقط من المنتجات في المفاعل في أي وقت من الأوقات. لقد أصبحت المفاعلات الصغيرة واسعة الانتشار، لأنها تتميز بالقوة وسهولة الاستخدام، مما يجعل إنشاء وتفكيك معمل صغير لإنتاج الأسلحة الكيميائية أمرًا سريعًا وسهلًا. وينبغي لمنظمة الحدّ من الأسلحة الكيميائية أن تفكّر في إعداد سجلّ لمشتري المفاعلات الصغيرة.

إن المعلومات والأفراد اليوم أوسع انتشارًا من ذي قبل، وخاصةً قبل خمس سنوات. فالمعلومات العلمية يمكن الوصول إليها من أي مكان باستعمال أجهزة الكمبيوتر المناسبة، ويمكن البحث عنها بسرعة ودقّة. ومع توفّر الإجراءات والمواد الأولية بهذه السهولة، سيكون بوسع أي شخص تقريبًا أنْ يحاول تصنيع سلاح كيميائي.

هناك عديد من الطلاب المتعلمين في دول مختلفة ممّن أصبحوا مشاركين في مشاريع بحثية متعدّدة الجنسيات. ويسافر الباحثون لإلقاء المحاضرات، ولمناقشة وبناء شبكات العمل، وللمشاركة في التعليم الافتراضي. هذا الحراك يزيد من احتمال أن يتعرض الأشخاص الذين تلقوا تعليمًا جامعيًّا في مجال الكيمياء للأفكار السياسية التي توصلهم إلى ارتكاب أعمال إرهابية. وفي الواقع، فإنّ واحدًا على الأقل من الإرهابيين المسؤولين عن تفجيرات لندن في عام 2005 كان قد تلقّى بعض التعليم في الكيمياء.

وثيقة قواعد السلوك

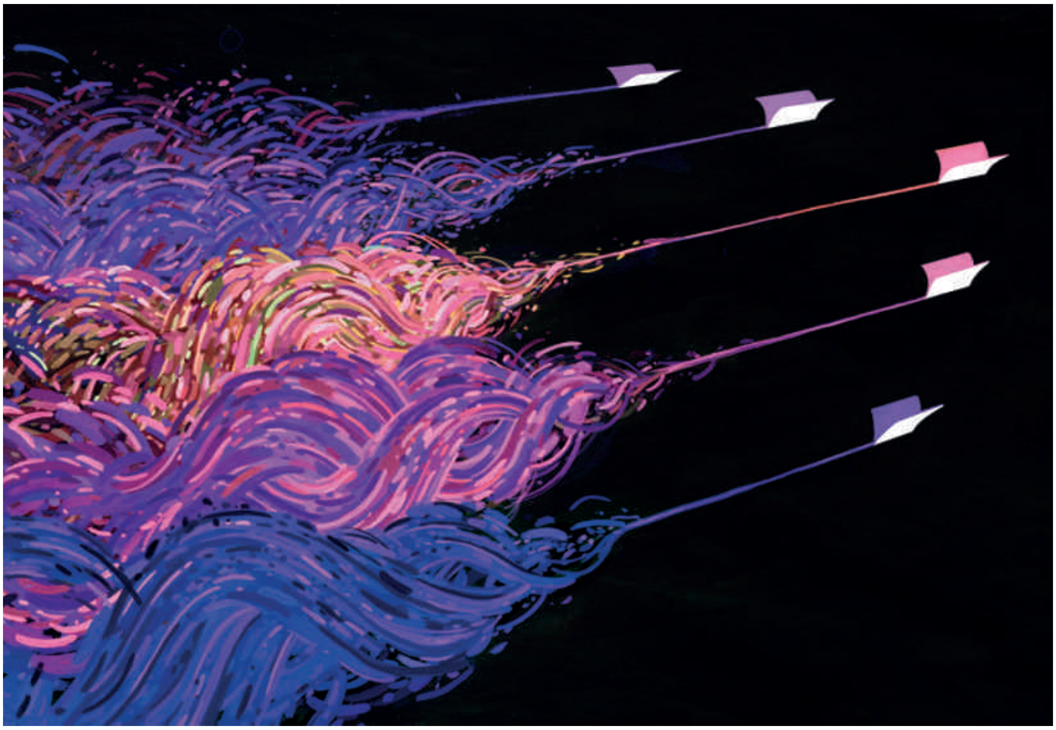
لا يمكن إلقاء اللوم على الكيمياء في الحرب الكيميائية أو الإرهاب، لكن المجتمع الكيميائي ملزم بوجوب معرفة المخاطر؛ وضرورة العمل على منع إساءة استخدام المواد الكيميائية. وعلينا أن نعمل لتثقيف الناس حول السلامة الكيميائية، وطرق التخلص من النفايات الكيميائية، والاستخدام المسؤول للمواد الكيميائية، ابتداءً من المدرسة. نحن بحاجة إلى مناهج جامعية بشأن الأسلحة الكيميائية، وإني لأرحّب بمبادرات «منظمة حظر الأسلحة الكيميائية»، وعديد من المنظمات غير الحكومية، بما في ذلك الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية، من أجل توفير المواد اللازمة لها.

هناك بُعْد أخلاقي أيضًا للمعرفة. و«منظمة حظر الأسلحة الكيميائية» هي واحدة من ضمن المنظمات والهيئات التي حاولت أن تضع قواعد السلوك للكيميائيين، ولكن حتى الآن لم يظهر أي مستند. يقول البعض إن الاستخدام المزدوج المدني والعسكري للمواد الكيميائية يجعل الاتفاق على صيغة قصيرة ودقيقة أمرًا مستحيلًا تقريبًا. ويرى آخرون أن توقيع هذا المستند لا يعني شيئًا، إذا كنت ميّالًا إلى انتهاك «اتفاقية الأسلحة الكيميائية».

أودّ أنْ نشهد وثيقة لقواعد السلوك. وأعتقد أن التوقيع على وثيقة كهذه سيرغم الكيميائيين على التفكير في خطورة عملهم؛ فيرفعون من مستوى مسؤوليتهم وتحوّطهم. إن اجتماع منظمة قوية ـ كـ«منظمة حظر الأسلحة الكيميائية» ـ واتفاقية جديدة لحظر الأسلحة البيولوجية والكيميائية هي من أفضل الطرق لمنع استخدام هذه الأسلحة الرهيبة. ■

ليف ك. سيدنس أستاذ في قسم الكيمياء، جامعة بيرجن، NO-5007 بيرجن، النرويج. ترأَّس فريق العمل الدولي الذي قيّم أثر التقدم العلمي على «اتفاقية الأسلحة الكيميائية» في عامي 2007 و2012.
البريد الإلكتروني: leiv.sydnes@kj.uib.nou

1. Mogl, S. (ed.) *Technical Workshop on Incapacitating Chemical Agents: Spiez, Switzerland, 8–9 September 2011* (Spiez Laboratory, 2012); available at go.nature.com/eysqoh.
2. Dando, M. *Nature* **460,** 950–951 (2009).



BRENDAN MONROE

ما وراء الأبحاث

يجري إحلال النظم الحسابية (الخوارزميّات) ـ التي تعمل على غربلة وتقييم وتوزيع الإنتاج العلمي فور الإنتهاء منه ـ محلّ الدوريات والمقالات، وذلك استنادًا إلى ما ذكره جيسون بريم.

أسّس هنري أولدنبرج أول دورية علمية في عام 1665 بهدف بسيط، هو: تطبيق تكنولوجيا الاتصالات الناشئة وقتها ـ ونعني بها (المطابع) ـ لتحسين نشر المعرفة العلمية. شكّلت المجلة تحسنًا كبيرًا عن نظام كتابة الرسائل، الذي حلّت محلّه تكنولوجيا الاتصالات في نهاية المطاف. وكان لهذا الأمر كلفة بطبيعة الحال، إذ لم يعد بوسع العلماء قراءة كل ما يرسله الجميع إليهم؛ وأصبح هناك إغراق في عملية غربلة المعلومات المتوفرة.

لحلّ هذه المشكلة، برزت المراجعة العلمية للأقران والمراجعة التحريرية كعوامل تصفية، والتي اكتسبت معيارية متزايدة في فترة الازدهار العلمي التي أعقبت الحرب العالمية الثانية. يطبق نظام المراجعة العلمية فكرة تقييم المجتمع المتخصص للمنتجات العلمية بالوكالة؛ حيث يتم ترشيح هيئات التحرير، والمحرِّرين، والمراجعين العلميين؛ للقيام بهذه المهمة التحكيمية نيابةً عن مجتمعاتهم.

في الوقت الحالي نشهد انتقالًا إلى نظام علميّ آخر.. نظام سيُسَخِّر تكنولوجيا الشبكة العنكبوتية (الويب)؛ لتحسين النشر بشكل كبير.

فما قدمته الدورية لمنتج رسمي واحد (المقالة)، تقدّمه تكنولوجيا الشبكة العنكبوتية (الويب) لمجمل الإنتاج العلمي. كان المقالُ محاولةً لتجميد وإضافة جزء من العملية العلمية للعرض. أما الشبكة العنكبوتية (الويب) فتفتح نوافذ ورشة العمل؛ لنشر الإنتاج العلمي فور الإنتهاء منه، لاغِيَةً التمييز المُصْطَنع بين العملية والمنتج. وعلى مدى السنوات العشر القادمة، سيقدّم ما نشاهده عبر هذه النوافذ المفتوحة معلومات غزيرة للمرشحات القوية على الإنترنت، وستعمل هذه على الاستخلاص الحسابي لأحكام المجتمعات المؤثِّرة ، لتحلّ محلّ أنظمة التحكيم العلمي والدوريات العلمية.

الوقت الحاضر

لقد بدأ بالفعل هذا التحرك نحو مجموعة أكثر تنوعًا من الإصدارات.. فبوسع الباحثين الآن المشاركة في إيداع بيانات الأبحاث التي يعملون عليها في مستودعات، مثل GenBank، وDryad، وfigshare (يتلقى مستودع figshare دعمًا من قبل Digital Science، المملوك للشركة الأم نفسها التي تملك مجلة «نيتشر»). إنهم يستخدمون مستودعات ـ مثل GitHub ـ لتبادل الرموز، والتحليلات، وحتى «الأبحاث القابلة للتنفيذ» التي تنسج تلقائيًّا البيانات مسبقة التحميل، والمعلومات التحليلية، والنصوص المرسلة. إنها تتحدى نموذج المقال التقليدي عن طريق إضافة وتضمين تعليقات المدونين، والرسوم البيانية التفاعلية، والفيديو. ولعل الأمر الأكثر أهمية هو نقل الأكاديميين إلى المحادثات العلمية غير الرسمية من القاعات الجامعية إلى منصّات التواصل الاجتماعي، مثل «تويتر»[1]. وفي السنوات العشر القادمة، سينضمّ معظم العلماء إلى مثل هذه الشبكات، مدفوعين بالقيمة التي تضيفها شبكات التواصل، والخوف من استبعادهم وعدم اطّلاعهم على المحادثات المهمة.

ويترتب على هذا التحول من نظام الأبحاث التقليدي إلى نظام أبحاث الويب ثلاث نتائج مميزة. أولًا، ازدياد تدفّق المعلومات العلمية بما يعادل عشرات الأضعاف؛ مما يُغرِق نظام غربلة الأبحاث المعمول به. وكما هو حال المقالات الصحفية، تتصّف نوعيات المواد المنشورة على شبكة الإنترنت بعدم الاتساق، وهي بحاجة إلى الغربلة. وخلافًا للمقالات الصحفية، فإن حجم هذه المنشورات يثقل كاهل محاولات التقويم اليدوية. في أواخر العقد الأخير من القرن العشرين، وجدت مواقع خدمات الإنترنت التجارية ـ مثل «ياهو» ـ أن توظيف الخبراء لإنشاء قوائم مدققة لصفحات الويب قد لاقى فشلًا ذريعًا بمقاييس الويب. وهذا الأمر سوف ينطبق تمامًا على الإنتاج العلمي.

ثانياً، في عصر الويب يتم الكشف عن الأفكار وتقصّيها من خلال التشكيلات الأكاديمية الرسمية[2]. ويتجسّد فيها الإنتاج العلمي العابر في مجموعة من نقاط البيانات: المطالعات والآراء في figshare، وذِكْرها في المناقشات بين الزملاء على تويتر، وحِفْظها في الإدارات المرجعية، مثل Zotero، أو Mendeley، وعدد مرّات الاستشهاد بها في مرحلة التداول المتاح السابقة للنشر، والتوصيات الصادرة عن Faculty of 1000، والكثير غيرها. ويمكننا استخدام هذه المقاييس وسواها من مؤشرات التأثير؛ لاستنباط مقاييس جديدة للتأثير العلمي. عندما نستند إلى هذه المقاييس البديلة، أو «altmetrics»؛ سنتمكن من رسم خرائط جديدة غير مسبوقة لإسهامات العلماء، سواء من ناحية النوعية، أم الدقة والتفصيل. وستتحول واحة الأفكار الوعرة فجأة ـ عند البحث فيها بالاسترشاد بمؤشرات الاقتباس المميزة ـ إلى سهل من الثلوج الهشة.

ففي عصر الويب، يترك الإنتاج العلمي آثارًا راسخة.

أما النتيجة الثالثة، فتنبثق من النتيجتين الأوليين، حيث سيتم استبدال الأحكام المجمّعة الصادرة عن المجتمعات العلمية نفسها بالمحررين والمراجعين المعينين كمحكِّمين وكلاء عن المجتمعات العلمية. إن مشكلة فيض المعلومات تقدّم حلّها بنفسها، وهذه هي القوة الكامنة وراء «جوجل»، محرك البحث الرائع. ففي حين كان «ياهو» يستعين بخبرة مدققي الأبحاث الورقية في غربلة الأبحاث المنشورة على الويب، كان «جوجل» يقوم بتجميع القدرات الجماعية للأحكام الموثوقة المستنبطة في بنية الشبكة. وتعمل مقاييسه الخوارزمية الخاصة بتصنيف الأبحاث على تقييم الوصلات الترابطية من مصادر موثوقة بشكل أكبر. وللعثور على المصادر التي يمكن اعتبارها موثوقة، يعمد إلى تطبيق المقاييس الخوارزمية نفسها على كافة الروابط الداخلية للمصدر، وهلمّ جرّا. وقد أثبتت هذه الخوارزمية المكررة البسيطة فعالية ملحوظة، وحاجتها القليلة إلى الضبط اليدوي. إنها ببساطة تسخّر نوعية الأحكام الصادرة بالفعل عن المجتمع العلمي، والمضمَّنة في قراراتهم بربط صفحات أخرى. وهذا النهج المركزي يشكّل أيضًا مستقبل الاتصالات العلمية.

المستقبل

إنّ أسس النشر المُتَّبعة اليوم سوف تحل محلها مجموعة من الخدمات اللامركزية القابلة للتشغيل المتبادل، التي تم إنشاؤها على بنية تحتية أساسية من البيانات المفتوحة والمعايير المتطورة، مثل الشبكة العنكبوتية (الويب) نفسها (انظر: «إعادة هيكلة النشر»). وهذه «الدورية المنفصلة»[3،4] تنشر دون قيود، ثم تُخضِع كافة المنتجات لمراجعة دقيقة من خلال الأحكام المجمّعة لمجتمعات الخبراء، داعمةً بذلك كلا من الترشيح السريع شديد الدقّة، والتقييم الجادّ المتسق.

أما فيما يتعلق بالنشر، فسوف يطوي النسيان مفهوم «النشر المسبق»، لكونه نشرًا غير محتك، ولكونه معتمدًا على الويب، يتخلل عملية البحث بشكل متزايد. وسيتم نشر كافة المحادثات والبيانات وتحليلها ووصفها فور حدوثها. ويختبر عديد من الباحثين بالفعل هذا النوع من «العلم المتاح الوصول إليه». فعلى سبيل المثال.. يصف عالِم بيولوجيا السكان، كارل بوتيجر، أبحاثه اليومية، ويقدّم واقعها العملي رمزًا وتحليلًا وكتابةً. وينشر عالم الكيمياء، جان كلود برادلي، في جامعة دريكسل في فيلادلفيا، بنسلفانيا، كامل إنتاجه في وقتٍ يكاد يكون حقيقيًّا. وهناك أدوات جديدة آخذة في الظهور؛ لتسهيل هذا النهج الذي يمكن وصفه بعبارة «شارك مبكرا، شارك كثيرا». فمثلًا مجلة «*Push*» تتيح للباحثين بناء المقالات بالتدريج على أجزاء، مع تعقّب كل إصدار، وفتحه عبر الإنترنت، وهي متاحة للتعاون وتلقّي التعليقات بكافة أجزائها (انظر: http://push.cwcon.org).

مع تلاشي المكونات السابقة للمقالة - من بيانات، وجداول، وأشكال، وقوائم المراجع، وما شابهها- وتجزُّؤها واضمحلالها في مجرى الويب، ستترك وراءها جوهر المقالة: وأعني به القصّة. وسيشكّل الكتّاب مثل هذه القصص كإضافة موضوعات جديدة في المدوّنات: عُجالة هزيلة تعتمد بشكل كبير على الأدوات والبيانات والتحليلات المنشورة للمجتمع العلمي بأكمله. وستنقل هذه القصص معها إلى الأمام التوليفة وطريقة السرد المعتمَدة في هذه المقالات التقليدية. وكما هو حال جميع منتجات الدورية المنفصلة، فستبقى متاحة علنًا، متكررة الأرشفة، سهلة الإسناد، وتتغلها شبكة مفتوحة من الروابط، والتعليقات، والاقتباسات، والشروح، والمناقشات، وعدد مرات الحفظ، وغيرها من التفاعلات.

فيما يخص التصديق أو الاعتماد، فسيتمكن المؤلفون من الاختيار بين عدة مسارات؛ للتصديق على إنتاجهم البحثي. ولا توجد هناك حاجة إلى التصديق على المنتجات المتخصصة، مثل النتائج اليومية لمختبر ما.. فاستعمال هذه المنتجات سيقتصر على حقول فرعية ضيقة، يكون الباحثون فيها مؤهلين ومتحمِّسين لاستعمال النتائج غير المغربلة[5]. أما فيما يتعلق بالمنتجات الموجّهة إلى جمهور أوسع، فسيعتمد الكتّاب على مرشحات خوارزمية؛ لإبراز منتجاتهم؛ ليراها الآخرون. ومجلة «العلوم الإنسانية الرقمية» *The Journal of Digital Humanities* ـ على سبيل المثال ـ لا تقبل نشر أعمال جديدة، بل تسلّط الضوء على أفضل المحتويات التي سبق نشرها على الإنترنت، والتي كثيرًا ما تسحبها من المدوّنات وصفحات الويب الغامضة نسبيًّا. والمهم في الأمر أن عملية الاختيار هذه تعتمد ـ بشكل كبير ـ على المقاييس البديلة (مثل عدد مطالعات الصفحة، والتغريدات، وإحصاء المتابعات) باعتبارها المرشَّح الأول قبل مرحلة التصحيح اليدوي.

«هناك أدوات جديدة آخِذة في الظهور؛ لتسهيل هذا النهج الذي يمكن وصفه بعبارة «شارِك مبكرًا.. شارِك كثيرًا».

بشكل مماثل، تعمد المنتديات ـ مثل منتدى MathOverflow ـ إلى استخدام الأصوات الممنوحة من قِبَل أعضائها؛ لترشيح أو إسقاط المحتوى. وتم الاستشهاد بعديد من المشاركات في منتدى MathOverflow في أدبيات الرياضيات التي خضعت للتحكيم العلمي، وقد بدأ بعض علماء الرياضيات بالإبلاغ عن السمعة الهائلة التي يتمتع بها منتدى MathOverflow، كدليل على المكانة العلمية الرفيعة.

وسوف ينتقل التحكيم العلمي النوعي إلى العلن؛ وسيصبح منتجًا علميًّا آخر يحظى بقبول شعبي واسع، يتكامل مع مقاييسه البديلة واقتباساته، وحتى مراجعاته من قبل المحكِّمين العلميين الآخرين. وسيتحول المحكِّمون من حراس للبوابة إلى مُحَاوِرِين ومتعاونين. لقد بدأت بالفعل مواقع الخدمات الناشئة ـ مثل Rubriq ـ بتقديم «التحكيم العلمي المستقل»، وهي تباع للمؤلفين كأداة لتحسين عملهم، ومساعدتهم في العثور على أفضل جمهور متلقٍّ. وبما أن التحكيم العلمي غير مرتبط بالآلية الصدئة للنشر التقليدي؛ فسنجد شركات عديدة ناشئة حديثًا توفر تنويعات مبتكرة، وقد يتخصص بعضها في المراجعات الإحصائية أو التحرير، أو التركيز على الإنتاجية السريعة. وسوف يقدّم العديد منها تحكيمًا أوتوماتيكيًّا، استنادًا إلى المقاييس البديلة، في حين سيرفع الآخرون من سمعة ومصداقية الدوريّات الحاليّة ذائعة الصيت.

وسوف يختار المؤلفون أفضل الخدمات لكل منتج وهدف، واضعين الشهادات على صفحات الويب الخاصة بمنتجاتهم كالشارات الملوّنة. فقد يتلقى مقالٌ شارة «تميّز عام +B» ـ على سبيل المثال ـ من مجلة «نيتشر»، وشارة «دقة إحصائية»، وشارة من جهة تقدِّم خدمات مراجعة إحصائية متخصصة، وشارة «مطالعة عالية»، أو شارة «تأثير كبير» من مجمّع للمقاييس البديلة.

أمّا بخصوص الترشيح، فمن أجل إيجاد المسارات المناسبة لهذا السيل من الإنتاج العلمي المتوفر على الويب، سيعتمد القرّاء على محركات توصية شخصية، تجمع بين المقاييس البديلة وشارات النوعية، موصلة إلى مسار تيار منسّق حسب الطلب. تخيَّل مثلًا أن تتلقى كل صباح رسالة إلكترونية من خدمة التصفية الشخصية الخاصة بك، تضمّ الأمور الخمسة الأكثر أهمية بالنسبة لك؛ لتقرأها في ذلك اليوم. ومحتويات الحقل الفرعي الأضيق الخاص بك ـ ولتَقُل مثلًا تطور السموم في إحدى رتب السَّمَك ذي الزعانف الشعاعية Scorpaeniformes ـ يمكن اعتبارها غير مرشَّحة نسبيًّا؛ الأمر الذي يشبه تلقيمًا بسيطًا لـ RSS. وعند هذا المستوى من التفصيل، تمثّل ندرة المعلومات مشكلةً تعادل مشكلة فَيْض المعلومات، مع رغبتك في البقاء على عِلْمٍ بكل ما يفعله أقرب المتعاونين معك ومنافسوك. وبانتقالك إلى مجال أوسع (إلى السَّمَك السامّ، ثم السَّمَك غير السامّ، فالأحياء البحرية عمومًا، على سبيل المثال)؛ تصبح المحتويات أكثر تصفية؛ حيث سترى فقط المنتجات التي تمّت قراءتها، ومناقشتها، وحفظها، والاقتباس منها من قِبَل المجتمعات الفرعية الأخرى الضيقة التي (تشبه سلوكك) في قراءة كل ما يتعلق بمجالاتها الخاصة. وهذه التوصيات تتحسن باستمرار.. فالنظام يتعلم من التفاعلات الخاصة بك (كما هو حال محرك البحث «جوجل» بالفعل)، لكنه يسمح أيضا بالاكتشافات غير الخاضعة لقانون الصدفة، من خلال تقديم نسبة قابلة للتعديل من المحتويات غير المتوقعة من مصادر خارج نطاق دوائرك الضيقة. إذن، بوجود نظام كهذا.. لماذا تكلّف نفسك عناء قراءة دوريّة أخرى على الإطلاق؟

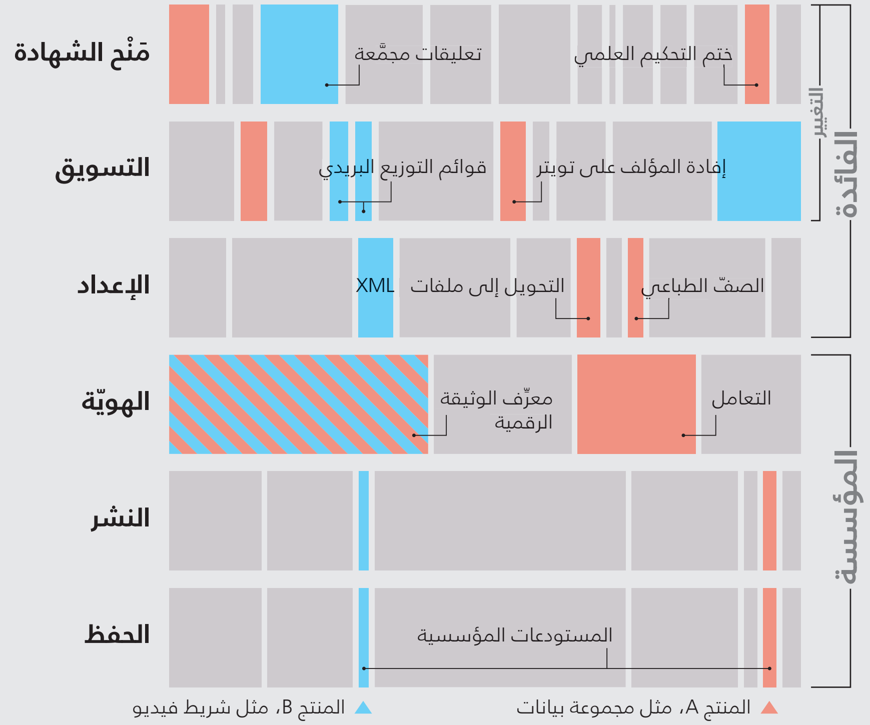
فيما يخص المكافآت، فإن هيكل مكافآت الإنتاج العلمي سيتغير أيضًا. فبناؤه على أدوات مثل موقع ImpactStory (الذي أُعْتَبَر مؤسِّسًا مشاركًا فيه)، سيحوِّل السير الذاتية للباحثين من القوائم الثابتة للمنتجات السابقة إلى عروض حيّة تتسم بمقاييس شفافة، تكشف عن تأثيرات متنوعة. كما أن المموّلين الحريصين دومًا على تحقيق أكبر المكاسب لأموالهم، سيطلبون المزيد من الإنتاج العلمي على الويب. وبالفعل، طالبت «مؤسسة العلوم القومية الأمريكية» ـ على سبيل المثال ـ بتوفير «المنتجات»، بدلًا من «المقالات» في (قسم السيرة الذاتية) عند تقديم طلبات المنح[6]. إن توفُّر المقاييس البديلة المتاحة على نطاق واسع سيشجّع هذا الاتجاه، عندما يعلن العلماء المتقدمون برواية القصص المقنعة والمستقاة من بيانات، عن تأثير منتجاتهم المتنوعة؛ وستتم مكافأتهم على ذلك. وستتكيف لجان الاستقطاب والتعيين أيضًا مع تزايد الإلحاح. وفي نهاية المطاف، سيتم تقييم العِلْم بطريقة علمية، عن طريق إحلال صفوة الآراء المُجدِية لكافة أعضاء المجتمعات العلمية محلّ الآراء الشخصية المنحازة والتعسفية. ويمكننا أن نبدأ بتخيل القسم الأكاديمي كفريق رياضي، مليء بالمراكز التكميلية (بالمنظّرين، وواضعي الخطط، والمثقّفين، ومسؤولي الاتصالات العامة، وكُتّاب المنح، وهلمّ جرّا). ولسوف تشهد السنوات المقبلة لعبة كرة المال (المقاربة الإحصائية للعبة البيسبول الأمريكية)، إذ إنه بدلًا من محاولة تشكيل فرق ميدانية من النجوم المتطابقة، سنزيد من قوة البيانات المتقاربة المؤثِّرة؛ لبناء فرق من المتخصصين، الذين سيفوق تأثيرهم ـ مجتمِعِين ـ مجموعَ تأثيراتهم وهم فرادى، كلٌ على حدة . وسنتساءل عن حجم التقييم المُجْدِي للدوريّات، الذي يمكن أن يكون تم إنجازه في العالم الورقي الخشن البطيء.

إن المجلة المُحكمة علميًّا هي نتاج حوالي 350 سنة من التنشئة الانتقائية، والضبط والتوليف المتواصل بشكل رائع؛ لاستخلاص أفضل أداء ممكن من العالم الورقي المبتكر منذ إنشائها. ولكن نشوء (الويب) غَيَّرَ البيئة ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إعادة هيكلة النشر

سوف ينتقي المؤلفون والمموِّلون في المستقبل الخدمات الأفضل لأحد منتجات البحوث (على سبيل المثال: A وB). وسوف يتم تخزين المنتج ونشره من مستودع مؤسسي، وسيُعْطَى تعريفًا فريدًا مميزًا. وسوف يتم تنفيذ معظم عمليات إعداد المجلة التقليدية بشكل مستقل، بنظام بيئي يضعه مقدِّمو الخدمات. وبعض الأمثلة على هذه الخدمات موصوفة أدناه.



الحاضنة لمصدر معلوماتنا بصورة لا رجوع عنها. وسوف يشهد العقد المقبل الموت الدرامي للدوريّات، والانفجار الكمبري لأشكال التواصل الناشئة من أجل العالم المتمحور حول (الويب) وشبكات التواصل، التي سيواجه معظمها الفشل. وهذا ما نراه بالفعل في العشرات من «نوادي دوريات الإنترنت»، و«شبكات الفيسبوك للعلوم»، التي لا يعدو الكثير منها سوى كونه مدن أشباح. والانتقادات الموَجَّهة إلى هذه الأنظمة التي فشلت مبكرًا لم تُصِب الهدف. ففي بدايات القرن العشرين، كان هناك أكثر من مئة شركة لصناعة السيارات، ولكن تَرَاجَعَ هذا العدد؛ ليتجاوز العشر شركات بقليل مع حلول منتصف القرن، ولكنه كان يمثل الشركات التي أدركت الطريقة الصحيحة للاستمرار. وبشكل مماثل، يمكننا أن نتوقع ضغطًا مكثفًا للاختيار، نتيجة تعطُّش العلماء للحصول على معلومات ترمي إلى الدفع بتطور سريع في أنظمة منح الشهادات، والتوصيات، والتقييم.

المخاوف

ستشكِّل الحقبة الجديدة من الاتصالات البحثية عدة تحديات. ولعل أحد أكبر المخاوف هو سهولة «اللعب» بالخوارزميات التي سنعتمد عليها للغربلة. فمثلاً، ما الذي سيمنعني من تجنيد عدد من الأصدقاء أو الطلاب لقراءة وحفظ مقالاتي الجديدة، والتغريد عنها؟ لقد ظهر بالفعل عدد من الشركات لبيع المتابعات والتفضيلات على وسائل التواصل الاجتماعي. فهل أنا بحاجة حقًّا إلى إنفاق مال المنحة على هذا النوع من الرشوة؛ لكي أتمكن من المنافسة؟

من الطبيعي أن يتعرض أي مقياس مهم للتلاعب، كما هو حال الاقتباسات والاستشهادات بالضبط[7]، ولكن المقاييس البديلة ليست هدفًا سهلًا، مثلما قد تبدو، وذلك بفضل تنوعها وحجمها. وقد يكون التلاعب بمقياس واحد أمرًا سهلًا؛ ولكن العبث بالعشرات ليس كذلك.. فالمنتجات التي تلحق بها أعداد كبيرة من التغريدات، دون أن يتم تحميلها ـ على سبيل المثال ـ سوف تبرز للجميع. والأمر لا يقتصر فقط على البشر، فعند تغذيتها بما يكفي من البيانات؛ تصبح الآلات ممتازة في كشف التباينات في أنماط الاستخدام المعيارية.. فشركات بطاقات الائتمان ـ على سبيل المثال ـ تستخدم «خوارزميات الطب الشرعي» للإيقاع بلصوص بطاقات الهويّة. إن قوة كشف الأنماط التي تتمتّع بها الخوارزميات المتطورة باستمرار تحفظ هي الأخرى متانة نتائج البحث على موقع «جوجل»، وأعداد النقرات على الإعلانات المنشورة على شبكة الإنترنت، وكلاهما يتعرض بشكل كبير لهجمات قراصنة الإنترنت المحرَّضين[8]. إنّ هذه الدفاعات تصلح للعمل في السياقات البحثية أيضًا، فقد قامت كل من «شبكة أبحاث العلوم الاجتماعية»، و«المكتبة العامة للعلوم» بالفعل على استخدام دروع حسابية بشكل فعّال حول عدد مرات التحميل[9] (انظر: go.nature.com/binjfk).

الانتقاد الثاني هو أن فكرة قياس الأثر العلمي ـ في حدّ ذاتها ـ مُضَلّلة. وهذا الأمر لن يجدي حقًّا. فنحن العلماء دائمو البحث بشكل روتيني عن بيانات رقمية؛ لشرح كل شيء من الفيزياء تحت الذرية إلى تقدير «موزارت»، فلا يمكننا إذن الإصرار على التفرد باستثناء تأملاتنا. إن الفيصل الأخير في تحديد النوعية العلمية هو المجتمع العلمي؛ فأحكامه يتم التعبير عنها بإجراءات.. وهذه الإجراءات قابلة للقياس. والأمر الوحيد الذي يجب فعله هو العثور على مقاييس جيدة؛ لتحل محل تلك البطيئة، وغير الملائمة، والمضلِّلة التي نعتمد عليها اليوم. إن الهجرة الكبيرة للإنتاج العلمي إلى (الويب) تَعِد بمساعدتنا على القيام بذلك.

أما مصدر القلق الأخير، فهو أننا عند السعي وراء حكمة الجموع، سنخضع لجنون الغوغاء. فهل سيقع إنتاج علمي تدعمه الجموع تحت هيمنة محرِّضات مستفزّة؟ وهنا يجب أن نتذكر أولا أن الإنتاج العلمي كان دائمًا استثمارًا للمجتمع، مدفوعاً ببناء توافق في الآراء بين الخبراء[10]. ولذا.. فإن السؤال الواجب طرحه ليس «هل ينبغي لنا أن نحصل على دعم الجموع؟»، بل يجب أنْ يكون: «كيف ينبغي لنا أن نحصل على دعم الجموع؟». ثانيًا، يجب أن نتخلص من المغالطات البهلوانية التي تقول إنّ آراء مئات القراء غير المطّلعين تفوق أهمية توصية أحد حاملي الأوسمة في مجاله.. فالكفاءة، والخبرة في عصر (الويب) ما زالتا كما كانتا في عهد المجلة الورقية، لكن الفرق يكمن في أنّه في حين يستخدم النظام الورق معايير موضوعية لتحديد الأصوات الموثوقة، يقيِّم نظام الويب الأصوات الموثوقة بشكل متكرر من المجتمع بأكمله.

إنّ لدينا الآن ـ كعلماء ـ فرصة فريدة لتوجيه تطور أدواتنا نحو مناخ تحترم قِيَمنا، وتفيد مجتمعاتنا. وإنني أقدّم إليك ما يمكنك أنْ تفعله.. أولًا، جرِّبْ أمورًا جديدة: انشر أنواعًا جديدة من المنتجات، وشارِك بها في أماكن جديدة، مع التباهي باعتمادها مقاييس جديدة.. فالخروج على المألوف فكريًّا هو فضيلة العلماء الأساسية. ثانيًا، جازِفْ.. وهي (فضيلة أخرى للعلماء): فقد يكون نشر المزيد من الأبحاث آمنًا، ولكنّ الباحثين الذين يؤسسون مواقع قيادية في وقت مبكر لمنتجاتهم المنشورة على الويب سيكونون في طليعة الموجة، عندما تصبح هذه الأنواع هي المهيمِنة. وأخيرًا، قاوِم الرغبة في التعلّق بمظاهر التميّز العلمي، واسْعَ إلى التميّز نفسه. إنّ «النشر» هو مجرد مظهر واحد من مظاهر الانتشار، وأحد طرق التحقّق من صحة التفوق العلمي. وقد حان الوقت لتَبَنِّي قوّة (الويب) لنشر وغربلة الإنتاج العلمي على نطاق أوسع، وبصورة أكثر جدوى.. فمرحبًا بكم في العصر التالي للاتصالات البحثية. ■

جيسون بريم عالِم المعلومات في جامعة كارولينا الشمالية في تشابل هيل، نورث كارولينا، الولايات المتحدة الأمريكية، ومؤسس مشارِك في موقع ImpactStory.
البريد الإلكتروني: jason@impactstory.org

1. Priem, J., Costello, K. & Dzuba, T. *figshare* http://doi.org/kvx (2012).
2. Cronin, B. *J. Inform. Sci.* **27,** 1–7 (2001).
3. Priem, J. & Hemminger, B. H. *Front. Comput. Neurosci.* **6,** 19 (2012).
4. Smith, J. W. T. *Learn. Publ.* **12,** 79–91 (1999).
5. Esposito, J. J. *J. Electron. Publ.* http://dx.doi.org/10.3998/3336451.0011.203 (2008).
6. Piwowar, H. *Nature* **493,** 159 (2013).
7. Wilhite, A. W. & Fong, E. A. *Science* **335,** 542–543 (2012).
8. Priem, J. & Hemminger, B. M. *First Monday* (5 July 2010).
9. Edelman, B. G. & Larkin, I. Harvard Business School NOM Unit Working Paper No. 09-096 (2009).
10. Kuhn, T. S. *The Structure of Scientific Revolutions* (Univ. Chicago Press, 1962).

The author declares competing financial interests: see go.nature.com/szgqx9 for details.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البيولوجيا التطورية

عملاق عِلْم الوراثة الرقيق

يُقيم **أورين هارمان** أوَّلَ سيرة ذاتية لحياة عالِم الأحياء وليم دونالد هامِلتُن «أعظم الدارونيِّين، بعد داروين».

كان يفتقر إلى اللباقة الاجتماعية؛ وكان عُرضةً للإصابة بنوائب الدهر؛ وكان قويم الخلق، متواضعًا، نصيرًا للمظلومين. كما كان رومانتيكيّ النزعة، يرى حالةَ البشر — في جوهرها — مأساوية، وكان يشعر أن موطنه هو أدغال الأمازون لا بين الناس. الثقافة في نظره كانت «ثرثرة وتبجحًا». ورأى أنّ الجينات — في واقع الأمر — تتحكم في سير الأمور. وتُعَدُّ نظريتُه القائلةُ بـ«الأهلية الشاملة» inclusive fitness — التي يأخذُ بها كثيرون — التطورَ الوحيد الأصيل الذي طرأ على نظرية النشوء والارتقاء، منذ داروين، إذ تُفسِّر الكيفيةَ التي يعمل بها الانتخاب الطبيعي، من وجهة النظر الجينات.

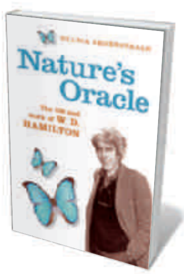
كان عالِم الأحياء التطوريّة البريطاني وليم دونالد «بيل» هامِلتُن (1936 – 2000) عالمَ أحياء «طبيعي النزعة» أسطوري المعرفة، خاصة بمجال الحشرات؛ وكان شخصًا بطبيعة مركبة، تجمع بين الفظاظة والحنان. وكان باحثًا عن الحقيقة لا يكل ولا يمل، حتى إنه التزم أعلى المعايير عند وَضْعه لأوراقه البحثية التي يقدمها للنشر، والتي كانت غالبًا ما ترفض. وقد كانت مجلة «نيتشر» من أشهر المجلات التي رفضتها. أما الآن، فإن أوليكا سيجِرستريل، عالمة الاجتماع، تقدِّم في كتابها «كاهن الطبيعة» أوَّلَ سيرة ذاتية لحياة عملاق رقيق له روح شاعر.

طرح هاملتُن أسئلة كبيرة، قدَّم لها إجابات لا تقل عنها درامية: من أين تأتي سمةُ «الإيثار»؟ ولماذا كان الجنس؟ ولماذا تنجذب الإناثُ إلى الذكور؟ وكيف نشأ التعاون في الطبيعة؟

بعد حشد الأساليب الرياضية — ولاحقًا النماذج الحاسوبية — في خدمة قوة ملاحظة حادة وقدرة على النظر إلى العالم من وجهة نظر أصغر الكيانات وأدق المخلوقات –كالزنابير والفيروسات والجينات— توصل هاملتن غالبًا إلى حلول غير بديهية. فممارسة الجنس لا تزيد عن كونها عملية تكيُّف؛ لتجنب صفات غير مرغوب بها، حيث البشر وغيرهم من مزدوجي الصبغيات باعتبارهم «طوائف أنماط جينية» — على حد تعبيره — ملتزمون بتبادل حر وعادل للتقنيات الكيميائية الحيوية لاستبعاد الصفات المتطفلة». التعاون البيولوجي لعبة يمارسها الأنانيون، ليس إلا؛ والجماليات هي علامة على سمات وراثية جيدة، يراد بها جذب القرناء للتزاوج.

وكما كان هاملتُن مثقفًا ومتهورًا عقليًّا وماديًّا، كان أيضًا وغالبًا مشوَّشًا ذهنيًا ومكتئبًا أحيانًا. وباستخدام صدمة مظهرِه الشبيه بإنسان الكهف، بشعره الأبيض الكثيف، اشتهرت عنه الغمغمةُ بصوت خفيض، مُوَليا ظهره للحضور، في محاضراته المتعذرة إجمالاً على الفهم بالولايات المتحدة وبريطانيا. وكان يلازمُه شعورٌ بالوحدة، وأنَّ أحدًا لا يفهمه. وبرغم سخاء غير معتاد في اعترافه بفضل آخرين على أفكاره الخاصة الفياضة كينبوع، كشفت المؤلفة سيجرستريل عن غلو في الغيرة من آخرين حول الصدارة، وعن ذهنية براني لامنتم تَمَثلها طويلاً، بعد ذياع صيتِه.

ليس سهلًا تجنُّب التأثر بمزيج هاملتن من الهَوَس، والإخلاص، وسرعة التأثر، والعزلة. بل الأصعب هو الإقدام على كتابة سيرة لرجل موهوب فوق المعتاد ككاتب بذاته، وخلَّف لنا سيرته الذاتية بصدقها المُوجِع، عنوانُها «دروبُ أرضِ الجينات الضيِّقة»؛ وقد وضع منها مجلدين، تبعهما مجلد ثالث أُعِدَّ للنشر بعد وفاة مؤلفه. وسيكون للقراء عذرهم عندما يلاحظون أن سيرة هاملتن بقلم سيجرستريل تبدو متكئة—بشكل كبير— على تلك المجلدات، التي وردَ بها قولُه عن نفسه: «إنني أميل أكثر إلى أنْ أُشبه طائرًا لا تمساحًا، أتعهد أفكاري حتى نضجها قبل أن أطلقها». وحدث أن مَرَّ هاملتن بزهرة صفراء من نوع «زهرة الشيخ»، تُكافح لتنمو مشرئبَّةً من شَقٍّ بأسفلت شارع بلندن، فكتب يقول: «إن طفلاً يصرخُ لم يكن ليَمَسّ شغافَ قلبي مثلما فعلتْ تلك الزهرةُ»؛ وكان ذلك قولًا مانعًا يصعب الإتيان بما يفوقه.



كاهن الطبيعة: سيرة وليم دونالد هاملتن
أوليكا سيجِرستريل
مطبعة جامعة أوكسفورد: 2013.
441 صفحة.
25 جنيهًا استرلينيًّا، أو 35 دولارًا.

في بعض مواضع هذه السيرة، تؤدي قلة التعويل على المصادر الثانوية إما إلى الحدس (حيث سعى ج. ب. س. هالدين لإثبات أن الإيثار يتطابق مع الانتخاب الطبيعي نظرا لميوله السياسية نحو اليسار) أو إلى ضبابية الحقائق والمعطيات (بافتقاد التأثير الحاسم لدراسة جورج برايس حول التغاير والتي تتناول رؤية هاملتن للانتخاب الزمري group selection). كذلك، فإن المعالجة المنتقصة لإرث هاملتن الفكري يُفقد القارئ سياقًا أرحب. في السنوات القليلة الماضية، شهدت صفحات مجلة «نيتشر» جدلاً حاميًا بين مؤيِّدي نظرية هاميلتون عن انتخاب القرابة ومناهضيها، لكن سيجرستريل اختارت ألّا تخوض عميقًا في هذا الجدل. ولو فعلت؛ لَأوضحت مدى كون رؤى إي. أو. ويلسُن الراهنة—عن تطور «التراتبية الاجتماعية» بسلوك الجماعات الحيوانية المنظمة— عودة لأفكار هاملتن.

كان هاميلتون، بحق، باحثًا عنيدًا عن الأنماط، ورجلاً «انشغلَ دماغُهُ دائمًا بالتطور»، بحسب سيجِرستريل، وإنْ كان يشتطُّ في ذلك أحيانًا. من أمثلة ذلك، تطبيقُه للمذهب الجيني (geneticism) ناسبًا بتطرف كل صفات الإنسان لجيناته. واحتراسًا من الآثار السلبية للطب الحديث على الرصيد الجيني البشري، دعا هاملتن—بلا اعتذار— لوأدِ المواليد ذوي الصفات الوراثية الضعيفة. هذا المثال الذي يظهر أن هاملتن— المتفرد عادة—لا يتمتع بأي فرادة، ويبدو ملتحقًا بطابور طويل من الدعاة السذّج إلى اليوجينا (تحسين النسل جينيًا)— مما يستدعي نقدًا مستقلاً موضوعيًّا أكثر مما تقدمه هذه السيرة.

ومع ذلك، فقد نجحت سيجِرستريل— عبر تنقيب الرسائل وإجراء مقابلات دقيقة مع أفراد أسرة هاملتن وزملائه وأصدقائه—في استحضار بيل هاملتن، بكل جوانب شخصيته، مما سيجعل الجمهور ممتنًا. «أشعرُ بالخجل، لأنني— عمليًا— أجد نفسي أنانيًا أكثر مما يسمح المثال الذي أتوق إليه»؛ على هذا النحو يسوق الرجل— الذي كان الإيثار جزءًا من فكره— اعترافًا يحرِّك القلب، في رسالة طويلة— يشوبها جنون العظَمة— إلى جون مينارد سميث في 1977، يلومه لأنه لم يُقرّ له بالفضل على نحو يُرضيه، فيما يخصُّ فكرته عن الأهلية الشاملة. كما أن والدة هاملتن— وكانت طبيبة—رصدت لديه أعراضَ متلازمة أسبرجر Asperger's syndrome (أحد اضطرابات التَّوَحُّد)، من خلال شمائل من صنف الأفكار الوسواسيّة التي كانت تعاوده، عن ضرورة أن يظلَّ في المقدمة؛ واستغراق ذهني في النماذج النمطيّة، وخط يده المنمنم، وتركيزه على الأرقام والتفاصيل. وكان ذاته يعتقدُ— ببلاغة مؤثرة—أن المرء عندما يكون (مختلفًا)، وليس (مثل الجميع)، يصبح مسؤولاً عن رؤيته للطبيعة.

وأيًا كان حقيقة هذه الافتراضات، فإن ترجمة سيجِرستريل لحياة هاملتن هي—في نهاية المطاف— احتفاءٌ بعُمْر أمضاه في العِلْم كائنٌ بشري عميق الإحساس، كان «ضحية التطور»، كما وصف نفسَه. في برنامج الطبيعة الشامل، أدرك هاملتن أن حياة الإنسان زائلة لا محالة؛ وهذا هو ما قاله شاعِرُه المُفضَّلُ إيه. إي. هاوسمَن:

«أما عن الطبيعة القاسية
فإنها لن تعرف، أو تهتمّ:
إن كانت قَدَما الغريب ستعرف طريقها إلى المرج
أو أنهما هناك يتجاوزان حدودهما ثمّ يمضيان،
ولن تسأل، في خِضَمِّ أنداء الصباح:
إن كانتا قدماي أم لا».

برغم كل شيء، عاش بيل هاملتن حياة جديرة بأنْ تتذكَّرها. ■



وليم دونالد هاملتُن قبل وفاته ببضع سنوات.

أورين هارمن أكاديمي وأستاذ تاريخ العلوم، ومؤلفُ السيرة الذاتية لجورج برايس، بعنوان «ثمن الإيثار».
البريد الإلكتروني: oren.harman@gmail.com



BRYCE VICKMARK/REDUX/EYEVINE

س و ج روبرت دارنتون
محرِّر المعرفة

يترأس روبرت دارنتون أكبر تجمع للمنشورات الأكاديمية في العالم.. إنه نظام المكتبات في جامعة هارفارد. وله أيضًا الفضل في الدفع باتجاه إنشاء «المكتبة الرقمية العامة الأمريكية» الجديدة. تحدَّث إلينا قبل إنطلاقها في إبريل الماضي عن «جوجل» والنشرات العلمية، والجدل حول إتاحة الوصول.

كيف وصلتَ إلى موقعك كمدير لمكتبات هارفارد؟

كطالب دراسات عليا في أكسفورد في عام 1963، بدأت أكتب عن الكتب في الفترة الثورية من تاريخ فرنسا، مساعدًا بذلك في تأسيس نظام لتاريخ الكتب. كنتُ في تلك الزاوية الأكاديمية أكتب عن المُثُل العليا للتنوير، عندما فجَّر الإنترنت عالَم الاتصالات الأكاديمي في التسعينات. وكرئيس للرابطة التاريخية الأمريكية، بدأتُ برنامجًا لتحويل الأطروحات إلى كتب إلكترونية في عام 1999. ولم ألبث أنْ أصبحتُ مشاركًا في مشاريع إلكترونية أخرى. ودَعَتْنِي جامعة هارفارد لأنْ أصبح مديرًا لمكتباتها في عام 2007. ومن هذا المنصب، كنتُ أحاول المساعدة في توسيع النطاق الرقمي؛ ليخدم الصالح العام.

هل شاركتَ في جهود جوجل لتحويل الكتب إلى نُسَخ رقميّة؟

بدأتْ «جوجل» في عام 2002 مشروعًا طموحًا لعمل نسخة رقمية لكل كتاب في العالم. وكان الهدف منه أن يكون مشروعًا لخدمة البحث على الإنترنت، بمعنى أن تكتب استفسارًا، وتقوم «جوجل» بعرض مقتبسات. وقد طلبوا من مكتبات الجامعات كتبًا يستطيعون مسحها رقميًا، بدون مقابل مالي. وفي جامعة هارفارد لم نسمح لهم بأخذ أعمال خاضعة لحقوق الطبع والنشر، ولكنْ أعطتهم مكتبات أخرى كل شيء.

وماذا حدث بعد ذلك؟

في عام 2005، واجهت «جوجل» قضيةً، رفعها مؤلفون وناشرون بدعوى انتهاك حقوق الطبع والنشر. وبعد ثلاثة أعوام من المفاوضات، خلصوا إلى تسوية تقضي بإنشائها كمكتبة تجارية، بحيث تقتسم «جوجل» الأرباح مع مالكي حقوق الطبع والنشر؛ وأصبحت المكتبات تعيد شراء كتبها في صورة اشتراكات رقمية. وفي عام 2011، قضت محكمة فيدرالية بأنَّ التسوية غير مقبولة. والآن» أصبح لدى «جوجل» قاعدة بيانات ضخمة من الكتب، وبإمكانها أنْ تستخدمها بالتعاون مع الناشرين؛ لبيع الكتب. أمّا عن وجهة نظري في ذلك؛ فهذه ليست نوعية المكتبات التي وعدوا بها.

انطلاق «المكتبة الرقمية العامة الأمريكية»
المكتبة العامة في بوسطن، بوسطن، ماساتشوستس
19-18 إبريل 2013

أَمِنْ أجل ذلك.. تقوم أنتَ بإنشاء بديل عام؟

كما هو الحال مع مكتبات الأبحاث، والأرشيف، والمتاحف في جميع أنحاء البلاد، تدعم هارفارد «المكتبة الرقمية العامة الأمريكية» غير الهادفة إلى الربح، المعروفة اختصارًا بـ (DPLA). ومنذ انطلاقها في شهر إبريل، فقد جعلت المكتبة كميات كبيرة من الوثائق متاحةً مجانًا عبر الإنترنت، من مجموعات خاصة محوَّلة إلى نُسَخ رقمية. ومن بين الوثائق التي لم يكن الوصول إليها متاحًا في السابق، تسهم هارفارد بـ243 وثيقة نادرة من مخطوطات القرون الوسطى، و3628 صورة فضيّة، من بينها الصور الأولى للقمر. وهذه الوثائق التي تمثل اللب الأساسي لإسهامات هارفارد سوف تنمو ـ في الغالب ـ لتشمل حوالي 5 ملايين كتاب؛ من أجل عرضها على نطاق عام، وربما تشمل أيضًا مليونين من الكتب «النادرة» التي لا يُعرف مالكو حقوق الملكية الفكرية الخاصة بها. وقد جعلنا أيضًا بياناتنا متوافقة مع المكتبة الرقمية «يوروبينا»، التي تقوم بتجميع مجموعات من 27 دولة.

هل ستضم DPLA وثائق علمية؟

ليست لدينا حاليًا خطط لتحويل الكتب الدراسية أو النشرات العلمية إلى نُسَخ رقمية، ولكن أحيانًا ما تكون البيانات المجردة أكثر أهميَّة؛ فالعلماء أصبحوا لا يتركون وراءهم ما يُمَكِّن من اقتفاء أثر أبحاثهم، لكن البيانات الرقمية أضعف من المواد المطبوعة في هذا الصدد. وفي النهاية، فإننا نريد لمكتبتنا الإلكترونية أن تحتفظ بالبيانات التجريبية الخام، وليس فقط بالنتائج المنشورة.

ولِمَ لا تضيفون النشرات العلمية؟

في السنوات الأخيرة ارتفعت أسعارها أربع مرات أسرع من معدل التضخم.. فمتوسط سعر الاشتراك في نشرة كيميائية هو أكثر من 4 آلاف دولار سنويًّا. كما تصل قيمة اشتراك المؤسسات في «نشرة علم الأعصاب المقارن» أكثر من 29 ألف دولار سنويًّا. وقد اعتادت المكتبات على إنفاق نصف ميزانيتها على النشرات، والكثير منها الآن ينفق 90% من ميزانيته على النشرات، ولا يستطيع تحمُّل شراء الدراسات العلمية الفردية.

كيف تطوَّرَ الموقفُ؛ ليصل إلى ذلك؟

لقد نشأت فكرة النشر الأكاديمي في القرن التاسع عشر، عندما احتاجت الجمعيات المهنية إلى نشر أعمال أعضائها. ومؤخرًا، استولى الناشرون على الأمر، وأنشأوا آلاف النشرات المتخصصة جدًّا، بدرجة تجعل المنافسة بينها ضئيلة. ومعظم الأبحاث العلمية مموَّلة من الضرائب، لكنَّ دافعي الضرائب ليس لهم حق الوصول إلى نتائج هذه الأعمال التي قاموا بتمويلها. والأكاديميون يجرون الأبحاث، ويكتبون الأوراق البحثية، ويُخْضِعونها للتحكيم ـ كل هذا بدون مقابل مالي ـ ثم يعودون لشراء أعمالهم بأسعار باهظة، بينما يحصل الناشرون على مبالغ طائلة، لأن المكتبات لا تستطيع أن تلغي اشتراكاتها في تلك النشرات؛ حتى لا تنفِّر العلماء. ولم تكن هذه مؤامرة، أو نتاجَ أهداف شريرة، لكن النظام برمّته يعاني خللًا أساسيًّا، ويجب أن نفعل شيئًا حِيَالَه.

وماذا تفعل هارفارد لإصلاحه؟

قرر أعضاء هيئة التدريس في هارفارد أن زيادات الأسعار لا يمكن تحمُّلها، فلدينا 73 مكتبة، وكل واحدة عليها أن تحدّ من نزيف الأموال. وفي إبريل 2012، طلب مجلس أعضاء هيئة التدريس من الكلية والطلاب ألا ينشروا أعمالهم في النشرات ذات الأسعار المبالغة، لكن تلك الجهود الطوعيّة وحدها لن تحل المشكلة. ولذلك.. أنشأنا مستودعًا، يكون على جميع أساتذة هارفارد وضع مقالاتهم تلقائيًّا فيه. وبالرغم من إمكان عدم اشتراكهم فيه؛ إلا أن المشاركات من جميع أنحاء العالم كانت مذهلة. وسوف تدفع الجامعة معظم مصاريف تجهيز المقالات المقدمة للنشرات التي يتاح للجميع الوصول إليها، مثل تلك التابعة «للمكتبة العامة للعلوم». وبالعمل مع جامعات أخرى، نأمل أن تكون معظم النشرات متاحة للاستخدام العام؛ لننتهي إلى تغيير اقتصاديات نشر النشرات. فالنشرات المتاحة للعامة تحصل على معدلات دخول إليها أكبر من تلك الحصرية، وهنا يكمن المستقبل. ■

أجرى الحوار: جاشا هوفمان

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



رجال قبائل واورا يقومون بصيد السَّمك من بحيرة بيلاجا بإقليم سينجو العلوي، التابع لولاية ماتو جروسو بالبرازيل.

SEBASTIÃO SALGADO/AMAZONAS IMAGES/NBPICTURES

علم الإنسان

جنــة عــدن بلــون واحــد

بوب بلومفيلد يقوم بتقييم سجل الصور الفوتوغرافية الملازم له عن البيئات المتباعدة والشعوب الأصلية التي عاشت فيها.

المصوِّر الفوتوغرافي الوثائقي البرازيلي المحتفَى به، سِباستياو سالجادو، معروف جيدًا بصوره (الأبيض والأسود) التي التقطها لمنجم الذهب في سيرا بيلادا بالبرازيل في عام 1986. فقد ألقت تلك الصورُ الصارخة للعمال الكادحين ـ الذين يغطي الطينُ أجسادَهم خلال عملهم بمتاهات المنجم المفتوح ـ الضوءَ على الظروف المروِّعة للعمل. والآن، وبعد عقود من الرَّصْد الاجتماعي، حوَّل سالجادو عدسته، مسلطًا إياها على البيئة؛ لينقل إلينا كيف أدَّى تدهورها إلى كثير من الظلم وعدم المساواة، كي يسجِّل ذلك بعدسته.

يُعدّ مشروعه «جينيسس» *Genesis* ـ الذي استغرق تنفيذه ثماني سنوات ـ تتويجًا لسلسلة من الرحلات عبر 32 دولة؛ لتوثيق النظم الإيكولوجية النائية، والسكان المحليين الباقين على الحياة بالكاد. وتمثل الـ 250 صورة المعروضة في متحف التاريخ الطبيعي بلندن جزءًا من ملف الصور الذي سجَّل أماكن عديدة حول العالم. ويُطلِق سالجادو على عمله الجديد هذا الاسم، لأنه أراد أن يسجل «السلالات الحيوانية التي قاومت الترويض، والقبائل النائية التي لم تُمس طريقتها «البدائية» في المعيشة بأي شكل من الأشكال. ويأمل سالجادو من وراء إلقائه الضوء على «العالم غير الملوَّث» أن يتمكَّن من المساعدة في الحفاظ عليه وصيانته، وإعادة ما تدهور منه إلى حالته الأولى. وتتمثل رؤيته الخاصة في أن التطور لا يجب أن يكون مرادفًا للتدمير.

سِباستياو سالجادو: جينيسس
معرض صور ووتر هاوس، متحف التاريخ الطبيعي، لندن
من 11 إبريل إلى 8 سبتمبر 2013

تتضمن هذه الصور مشاهد تحبس الأنفاس، التُقِطَت عبر مخلفات سيبيريا، ووديان غابات الأمازون الخضراء، وحقول الكثبان الرملية الناميبية، وحيوانات المنازل، والجمال العنيف للقارة القطبية الجنوبية. فقد أمضى فترة مع السكان المحليين، بما فيهم سكان نهر السينجو في المناطق العليا من نهر الأمازون، والبوشمين في بوتسوانا، والدنكا في السودان. وهناك سجلات مدهشة عن الحياة اليومية: البحث عن الطعام، وإشعال النيران، وإعداد الطعام، والتنشئة الاجتماعية، وتبادل الاحتفالات التي تتميز بطقوس خاصة.

لا يقدم لنا سالجادو صورًا متناقضة عن العالَم المتعولم الذي يسوده التوسع الحضري، وتحويل الأراضي الطبيعية من أجل ازدهار البنية التحتية، والنقل، وأعمال الاستخراج والغابات، ولا عن التغنِّي بالجمال الجوهري للحياة البرية، فهل يلفت الانتباه إلى القيمة الأكبر لهذه الأماكن، كونها «أجزاء مهمة من الغلاف الحيوي»، تسهم في نظام ترتيب أو تنظيم الكوكب. هناك بالفعل نوع من الحنين والتوق إلى عالم ذهبي يتوارى.. وهذا أمر مفهوم وجدير بالاعتبار، لكنه يبوح بالقليل عن الالتزام الأكبر بحماية الحياة البرية والتنوع الحيوي في الكون.

هناك قضايا مماثلة تسيطر على الجو العام للصور؛ فقد قضي سالجادو بعض الوقت مع كل مَنْ سجَّلهم بعدسته، وأُخِذَت الصور التي التقطها لهم برضاهم. وحتى الآن، تبدو صوره ـ التي تحظي بفخر مَنْ فيها ـ متخذةً لونَ وشكلَ المُثُل العليا الأركادية التي سادت في أواخر القرن الثامن عشر، وهي رؤية «نبلاء متوحشين» يقطنون جَنَّةً كانت مصونة بطريقةٍ ما من تخريب الحضارة. ويرجع ذلك جزئيًّا بسبب التشابه بين الصور (الأبيض والأسود)، وصور البنية القديمة. وقد وجدتُ أن هذه الصور تذكِّرني بمحفوظات وأرشيفات الصور الاستعمارية، المتعلقة بالوصف العلمي لأفراد المجتمعات الإنسانية.

اليوم، يُعدّ فهمنا لسكان الشعوب الأصليين أكثر دقة. وحتى على الرغم من كونهم متكيِّفين ثقافيًّا مع بيئاتهم، فدائمًا ما تأتي «استدامة» أنماط حياتهم على حساب أشياء أخرى، مثل ارتفاع معدلات وفيات الأطفال، أو قِصَر فترة العمر الافتراضي نسبيًّا. ولما كانت هناك ثقافات أصلية كثيرة مهدَّدة بدرجة خطيرة من قوى خارجية؛ فإن الكثيرين يزداد استعدادهم المسبق للحرب من أجل حقوقهم التقليدية والعرفية في الأرض، وهذا لا يمنع من أنهم يتبنون أفكارًا وتقنيات جديدة، طبقًا لشروطهم الخاصة.

في البرازيل ـ على سبيل المثال ـ يعيش شعب الكاكسيناوا في ولاية أكر بمنطقة غرب الأمازون، حيث ◄

◄ تغطي الغابات 88% من الأرض، ولكنْ تسيطر مجموعات السكان الأصليين فقط على 1.5% من مساحتها الكلية. ويعمل الكبار في كاكسيناوا مع حكومة الإقليم؛ لتأمين الاعتراف الرسمي بالولاية، والتعويض عن قيادتهم التقليدية للغابات. وفي الإكوادور، يستخدم شعب الهواوراني ـ الذين تقع أراضيهم تحت تهديد عمليات قطع الأشجار والمصالح النفطية - تقنيات نظم المعلومات الجغرافية والمعرفة التقليدية لوضع خرائط لمناطق سياحية محتملة، والحفاظ على الطبيعة، منتجين بذلك موردًا مجتمعيًّا للتخطيط والتفاوض. ولا يوجد هناك شيء من هذا الجانب للقصة في مشروع «جينيسس».

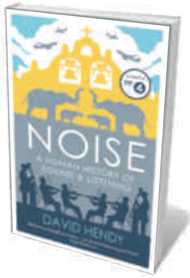
يقضي سالجادو فترات زمنية على ساحل الأطلنطي بالبرازيل، الذي يمثل موطنًا لواحدة من الأنظمة البيئية للغابات الأكثر تنوعًا في العالم، وغابات الأطلنطي المهددة بصورة كبيرة (غابات ماتا الأطلسية) التي لم يتبق منها سوى أجزاء صغيرة. وبالتعاون مع زوجته ليليا ديلويز وانيك، تمكّن سالجادو من استعادة مساحة خالية، قوامها 630 هكتارًا بالقرب من منطقة إيموريس، عن طريق زراعتها بالأشجار، وإعادة إدخال أنواع جديدة من الأشجار، كما تمكنوا أيضًا من إنشاء معهد تيرا بالمبادرة التي تدعم التعليم البيئي للموظفين البرازيليين، والمدرسين والفلاحين، والتي تهدف إلى توضيح إمكانية استعادة البيئات التي يبدو أنها قد فقدت كل مقوماتها إلى الأبد.

على الرغم من أن مشروع «جينيسس» يجلب إلى بؤرة الاهتمام مسألة الحفاظ على كلٍّ من الحياة البرية، وسلامة حياة البشر الذين يعتمدون عليها، إلا أن دور العالم الخارجي يبدو أكثر غموضا. حيث يتم دعم كلٍّ من مشروع الغابة الأطلسية، والمعرض، من جانب شركة « ڤيل» Vale البرازيلية متعددة الجنسيات، الواقعة في مدينة ريو دي جانيرو، التي تُعدّ واحدة من أكبر الشركات الإنشائية والتعدينية في العالم. ويذكر موقعها على الشبكة العنكبوتية أنها «ملتزمة بجودة الحياة، والحفاظ على البيئة». ومع ذلك.. فإن بعض الشعوب الأصلية ومجموعات حقوق الإنسان يعارضون أعمال الشركة في منطقة السد الرئيس، ومشروعات التعدين بمناطق الأمازون الداخلية.

إذا كان مشروع «جينيسس» سيجعل الناس تعيد النظر في قيمة الحياة البرية المتدهورة والمتوارية، فسوف يكون بذلك قد تمكّن من تحقيق هدف مهم. وإذا ما شجَّعَ على مناقشة العهود والمواثيق التي قطعها السكان الأصليون على أنفسهم، وتقريرهم لمصائرهم وإمكاناتهم، بوصفهم قادة للبرية الحيوية لمستقبلنا؛ فعندئذ سيكون قد قدَّم شيئًا ملهمًا لا يُقَدَّر بثمن. ومع كون تلك الصور مذهلةً ومؤثرةً من الناحية البصرية، إلا أنها ـ بالنسبة لي ـ تقلل من الحقائق المعقدة حول السكان المحليين والبيئات المتباعدة في عالمنا المتغيِّر إلى الأبيض والأسود، بدلًا من ظلال اللون الرمادي. ■

بوب بلومفيلد خبير مستقل، يقيم في المملكة المتحدة، يقوم عمله على المشاركة العامة وفهم العلوم والبيئة، وبصفة رئيسة في المكتب التنفيذي للمشاركة العامة بمتحف التاريخ الطبيعي بلندن.
البريد الإلكتروني: bob_bloomfield@bobania.f9.co.uk

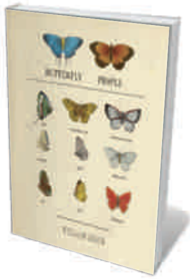
ملخصات كتب



الضوضاء: التاريخ الإنساني للصوت والاستماع

ديفيد هندي، الناشر: بروفايل بوكس، 402 صفحة، 16.99 £، (2013)

من خلال تناوله لتاريخ صوتي يمتد إلى حوالي 100 ألف سنة، يُعَدّ هذا العمل المنسَّق بواسطة (راديو بي بي سي BBC Radio 4) مائدةً حافلة بالأصوات. يقودنا «ديفيد هندي» عبر «البصمات الصوتية» لإنسان ما قبل التاريخ من خلال موسيقى الغابات التي تتخللها الرياح والمناداة على الحيوانات والحشرات الطنانة، التي لا شك أنها ألهمت أسلافنا الأوائل. ثم يتناول جذور فن الخطابة والتدريب عليها بروما القديمة، والأصوات «البهية الذكية» للكنائس والمساجد، والتوتر الضوضائي في العالم المتمدّن العسكري، بالإضافة إلى نشأة تقنية التسجيل، والبحث المعاصر عن الصمت وسط الفضاء الصوتي.



المهتمون بالفراشات: مواجهة أمريكية مع جمال العالَم

ويليام ر. ليش؛ دار نشر بانثيون؛ 416 صفحة؛ 32.50 $ (2013)

غطَّت سحابة من الفراشات ـ تُقَدَّر بالآلاف ـ حقولًا صيفية في أمريكا في القرن التاسع عشر. وقد وجَّهَتْ هذه «الجواهر الطائرة» جيلًا من هواة التاريخ الطبيعي؛ للخروج من الشرنقة الثقافية. وهنا، يحتفل المؤرخ ويليام ليش بكثير من الهواة ـ ومنهم هيرمان ستريكر، وصمويل سكادر الذين عمل كلٌّ منهم على ابتكار حقل منزليّ. وللأسف، سرعان ما توقَّف هذا البحث العلمي عن الجمال الذي رعاة لينيوس، وداروين، ودُعِّم بعيِّنات وصور هائلة المصادر ـ نتيجة نزوع البلاد نحو التوجُّه التجاري.



الالتقاط: في الشوارع وخلف الشاحنات مع عمال المجاري في مدينة نيويورك

روبن ناجل فارار، دار نشر شتراوس و جيرو؛ 304 صفحات؛ 28 $ (2013)

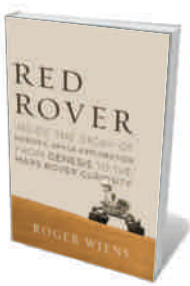
في كل يوم في مدينة نيويورك، يقوم نحو 9 آلاف شخص بتنظيف 11 ألف طن من مخلفات المنازل. وفي دراستها التي استمرت عشر سنوات، وربما تكون الوحيدة على أطقم «عمال الصرف الصحي»، تسلِّط عالِمة الأنثروبولوجي روبين ناجِل الضوء على حياتهم غير المرئية. وتكشف عنهم، باعتبارهم وكلاء للإصلاح الحضري والصحة العامة؛ وتتعقب تاريخ الصرف الصحي في المدينة. وتبدأ بسيطرة إصلاحي القرن الثامن عشر (كادوالادر كولدن) على الحمى الصفراء، وتستحضر الثمن الجسدي والنفسي لهذا العمل الخطر، والقذر، والضروري.



تنبؤ: ما يمكن للفيزياء والطقس والعلوم الطبيعية تعليمنا إيّاه عن الاقتصاد

مارك بوكانان، بلوومزبري، 272 صفحة، 18.99 £، (2013)

يعيد عالِم الفيزياء «مارك بوكانان» التفكير في الظاهرة المتذبذبة للتمويل العالمي. ويرجح «بوكانان» أن الأسواق لا تنظم نفسها بنفسها، لكنها معرضة للخطر؛ نتيجة «أحداث طقس» حادة، مثل «كانساس»، ولتأثيرات إيجابية ـ مثل أي نظام ـ حيث قد تؤدي الاختلافات الصغيرة بها إلى تغيُّر مفاجئ. ويناصر «بوكانان» منهاج اختلال التوازن، المتسم بمسحة فيزيائية، ويمكنه تحسين التنبؤات من خلال إنشاء نماذج مضبوطة على تغيرات ملحوظة في التجارة والمضاربة وغيرهما من الأنشطة المالية.



المسبار الأحمر: داخل قصة الاستكشاف الآلي الفضائي، من المسبار «جينيسس» إلى مسبار المريخ «كيوريوسيتي»

روجر وينز، بيسيك بوكس، 256 صفحة، 25.99 $، (2013)

يوضح روجر وينز عالِم الكيمياء الحيوية، والمحقق الأساسي في جهاز كيوريوسيتي « للتحليل الكيميائي الصخور» ChemCam، أن أجهزة الفضاء في مرحلة الازدهار الآن. ومن خلال الربط بين العلم التفصيلي والذكريات، يبدأ وينز عمله ببناء نماذج الصواريخ، وبناء التليسكوبات أيام الطفولة، وينتقل إلى مهمة «جينيسس» عام 2001، ويبلغ الذروة عند الصعود والهبوط المالي والتقني في الطريق إلى كيوريوسيتي. والكتاب دليل على العبقرية البشرية في عصر «ناسا».. ذلك العصر «الأسرع، والأفضل، والأرخص».

مراسلات

تعثُّر إمدادات إيران الطبية بالعقوبات

تتم إعاقة وصول وصناعة الإمدادات الطبية الحيوية في إيران من خلال العقوبات الثنائية على اقتصاد الدولة، المفروضة لإجبار إيران على الامتثال للقواعد الدولية بشأن البرامج النووية. ويتسبب هذا الوضع في كارثة إنسانية، كما يتعارض مع الإعلان العالمي لحقوق الإنسان.

ليست الأدوية نفسها هي التي تخضع لعقوبات، ولكن عمليات ترخيص وشراء وشحن الأدوية المستوردة جميعها تمت إعاقتها. وهذا الأمر، بالإضافة إلى ما أدى إليه التهديد المحتمل بفرض عقوبات من قِبَل شركات الأدوية العالمية والبنوك، من نقص في أدوية معينة، وفي المرافق الطبية في إيران خلال الشهور القليلة الماضية، وما نتج عنه من زيادة في أسعار الدواء بنسبة 50%، والتأثير على أكثر من 6 ملايين من المرضى المصابين بأمراض مزمنة.

إن التجربة في العراق، وكوبا، وليبيا، ويوغوسلافيا سابقا تشير إلى أن العقوبات نادرًا ما تحقق أهدافها السياسية، ولكنها تسببت في كوارث إنسانية واسعة النطاق في هذه البلدان (انظر على سبيل المثال: M.M. Ali and I.H.Shah *Lancet* **355**, 1851-1857; 2000).

ويجب على السلطات الإيرانية أن تتخذ إجراءً فوريًّا لمنع تأثير العقوبات على إمدادات الأدوية والمواد اللازمة للمستشفيات والمعامل. كما يجب على المجتمع الدولي وضع معايير لضمان أن تكون المنتجات الطبية مستثناه دائمًا من العقوبات.

علي جورجي، مركز أبحاث الصرع، جامعة مونستر، مونستر، ألمانيا.
gorjial@uni-muenster.de

مصايد السَّمَك: توسيع النِّقاشات

إن الانقسام حول ما إذا كان الصيد مؤشرًا مفيدًا للدلالة على وفرة السمك (D.Pauly, R. Hilborn and T. A. Branch *Nature* **494**, 303-306; 2013) هو ازدواجية كاذبة، ليس بسبب موقف واقعي معيَّن، ولكن بسبب ضيق الأفق.

ووفقًا لنهج النظام البيئي الكامل المُتَّبع لإدارة مصايد السمك، يجب أَخْذ البيانات الخاصة بجميع الأنواع في الاعتبار، بما في ذلك أنواع الصيد العرضي. ولذلك.. يتم استخدام المعلومات المتاحة ـ قدر الإمكان ـ لتقييم صحة مصايد السمك في جميع أنحاء العالم، سواء من مصايد السمك الفقيرة في بياناتها وغير الموثوق بها، أَمْ من مصايد السمك الغنية بالبيانات، التي تكون مدعومة جيدًا ببيانات واستقصاءات الصيد المستقلة.

ومع دور المناخ في تغيير توزيع ووفرة الأنواع المختلفة، فإن بيانات الصيد قد تصبح أقل فائدة. وسوف تكون هناك حاجة إلى طرق جديدة لتقييم مخزون السمك. وعلى الرغم من ذلك.. فإنه حتى أفضل التقديرات لأعداد السمك لن تحسِّن صحة مصايد السمك بدون قيادة جيدة، ورأس مال اجتماعي قوي، وسياسات فعّالة للمحافظة على المصايد وإعادة بناء المخزون.

أليستير جيه. هوبداي، CSIRO للأبحاث البحرية وأبحاث الغلاف الجوي، هوبارت، تسمانيا، أستراليا.
alistair.hobday@csiro.au
رودريجو إتش. بوستامانتي وإيفا إي. بلاجاني، CSIRO للأبحاث البحرية وأبحاث الغلاف الجوي، بريسبان، كوينزلاند، أستراليا.

مصايد السمك: إدارة الانخفاضات

إن بيانات الصيد هي القياسات الأولى والرئيسة لإنتاجية مصايد السمك (.D Pauly, R. Hilborn and T. A. Branch *Nature* **494**, 303-306; 2013). ويمكن أن يصبح الانخفاض على المدى الطويل في الصيد تحذيرًا من أن الظروف قد تغيرت، إمّا في الوفرة، أو الإنتاجية، من حيث عدد السمك، أو ممارسات الصيد. وعلى الرغم من أن الزيادة في مجهود الصيد يمكنها ـ في بعض الأحيان ـ استرجاع الإنتاجية الكبيرة بشكل مؤقت، إلا أنه يجب التحرِّي عن أسباب الانخفاضات.

وعندما تكون التسلسلات الزمنية لبيانات الصيد التجارية هي المعلومات الوحيدة المتاحة لدينا، فإن هناك طرقًا لدعمها بمعلومات عن تاريخ حياة الأسماك (مثل أقصى طول للجسم)؛ للكشف عن التغيُّرات المهمة في وفرة عدد السمك (انظر:.C. Costello *et al*. *Science* **338**, 517-520; 2012)

في مناطق العالم التي لا تستطيع تحمُّل تكاليف التحرِّي عن وفرة السمك، فإن إجراءات خفض كثافة الصيد تكون هي الإدارة الوقائية الحكيمة (انظر: قواعد السلوك لمصايد السمك المسؤولة لمنظمة الأغذية والزراعة بالأمم المتحدة؛ 1995).

براين آر. ماكينزي ومارك آر. باين، المعهد الوطني للموارد المائية، الجامعة التقنية بالدنمارك، شارلوتنلاند، الدنمارك.
brm@aqua.dtu.dk

الاعتماد الزائد على التحكيم مجهول المصدر

تذعن دوريات علمية عديدة ـ إلى جانب لجان الأخلاقيات ـ لتحكيم مجهول المصدر، عندما يتعلق الأمر بتهم انتحال وتزوير نتائج أبحاث منشورة. كمتخصص في الأخلاقيات الحيوية، أعتقد أن هذه الممارسة خطرة، حتى إذا كانت آراء مُقدِّم البلاغ سليمة.. فهذا ـ في حد ذاته ـ يمكن أن يدمر نزاهة البحث العلمي.

يرى مؤلفو مدونة مراقبة سحب الأبحاث (www.retractionwatch.com) أن الحالات الشاذة التي اكتُشفت من قِبل شخص يستخدم الاسم المستعار (كلير فرانسيس) مفيدة للدوريات العلمية، بغض النظر عن الجهل بهويته، أو هويتها. (انظر: .A Marcus and I. Oransky *Lab Times* **7**, 39; 2011)، إلّا أن هذه «المراجعة» غير التقليدية تلوِّث الأخلاقيات التي يقوم عليها التقدُّم العلمي.

من الممكن أن تثير هذه الممارسة المطاردات والتشهير. وهناك خطر من أنّ لجان النزاهة البحثية يمكن أن تستسلم للانجراف الأخلاقي، وتخلط الأخطاء بالجرائم، وتقلل من المكانة والسجل المهني للعالِم، وقد يميل العلماء الموصومون إلى أن ينتقموا من زملائهم. وفي رأيي.. هذه ليست الطريقة المناسبة لتحسين المعايير الأخلاقية لإسهام العلم في المجتمع، أو لبناء المشاركة العامة في العلوم.

جِلبيرتو كوربيلّيني، سابيينزا، جامعة روما، إيطاليا.
gilberto.corbellini@uniroma1.it

توحيد معايير سجلات مكان الوفاة

نقترح أنه ينبغي إدماج معلومات مكان الوفاة في بيانات تسجيل الوفيات، كإحصاء صحي إضافي مفيد (*Nature* **494**, 281; 2013).

إن رعاية مرضى الأمراض المزمنة حتى أيامهم الأخيرة هي قضية رئيسة للصحة العامة، نظرًا إلى العدد المتزايد للوفيات؛ بسبب تلك الأمراض بأعراضها المتعددة والمعقدة. إن معرفة مكان وفاة الأشخاص يمكن أن يكون مؤشرًا على المكان الذي كانت تتم رعايتهم فيه، وهو أمر مهم لتوزيع موارد الرعاية الصحية، وتقييم سياسات الصحة العامة المرتبطة بها.

وعلى الرغم من الاستطلاعات التي توضح تَمَنِّي الكثيرين أن تكون وفاتهم في المنزل، أو بين مقدِّمي الرعاية، وبين العامة، إلّا أن معظم الوفيات في أوروبا لا تزال تحدث في المستشفيات (B. Gomes *et al*. *BMC Palliat*. *Care* **12**, 7; 2013). نحن نمدّ البرتغال بهذه المعلومات المسحيّة؛ للمساعدة في تحسين تسجيل مكان الوفاة في نظام التسجيل الإلكتروني للوفيات الخاص بها.

يتم تسجيل مكان الوفاة في بلدان قليلة أخرى (الولايات المتحدة، وكندا، على سبيل المثال)، إلّا أن تصنيفه متضارب أحيانًا، حتى داخل الدولة الواحدة.

لذا.. ينبغي أن يكون هناك توحيد دولي للمعايير لتصنيفات الأماكن (J.Cohen *et al*. *BMC Public Health* **7**, 283; 2007)، وأنْ يوضع هذا المورد الصحي القيِّم تحت دائرة الضوء السياسية.

باربارا جوميز*، كينجز كوليدج، لندن، المملكة المتحدة.
barbara.gomes@kcl.ac.uk

*بالنيابة عن 4 من المشاركين في التوقيع (انظر: go.nature.com/jm4tki لرؤية القائمة كاملة).

التدريب الالكتروني يؤثر على نزاهة البحث العلمي

انتُقد مجال التعليم فيما يتعلق بـ«الممارسة المسؤولة للبحوث» RCR في مؤتمر ناقش عمل المكتب الأمريكي لنزاهة البحوث في الفترة من 3-5 أبريل في بالتيمور بولاية ميريلاند.

لقد اشترطت المعاهد القومية الأمريكية للصحة منذ عام 1990 على المستفيدين من المنح التدريبية أن يحصلوا على تدريب الممارسة المسؤولة للبحوث. وكان هذا الأمر شرطًا أساسيًّا للمؤسسة القومية الأمريكية للعلوم (NSF) منذ عام 2010 لجميع الطلاب والباحثين في مراحل ما بعد الدكتوراة، المموَّلين بواسطة المنح البحثية الخاصة بها.

في عام 2012، وبموجب عقد من المركز القومي لقواعد الممارسة المهنية وأخلاقيات البحوث بجامعة إلينوي، قمت بمراجعة ◄

51 | 2013 مايو | nature الطبعة العربية

سياسات المؤسسة القومية الأمريكية للعلوم لـ27 جامعة رئيسة، ووجدت أن (12) جامعة منها تعتمد فقط على التدريب على الممارسة المسؤولة للبحوث عبر الإنترنت، وأنّ (14) جامعة منها تعتمد على هذا التدريب بشكل كبير، مع استخدام كل الجامعات ـ ما عدا اثنتين فقط ـ لمبادرة التدريب التعاوني المؤسسي (CITI; www.citiprogram.org).

إن الاستعانة بمصادر خارجية في تعليم الأخلاقيات بهذه الطريقة يفترض أن تعليم الممارسة المسؤولة للبحوث يتم وضعه وتنفيذه بعين النفعية بدلا من التميز. وهذا يخاطر بتوصيل رسالة إلى شباب الباحثين، فحواها أن الجامعة وعلماءها لا يركِّزون كثيرًا على الممارسة المسؤولة.

لهذا.. يجب على الجامعات الأوروبية ـ التي لم يتم فرض الممارسة المسؤولة للبحوث فيها بعد (انظر N.Axelsen and X.Bosch *Nature* **489**, 208; 2012) ـ أن تتعلم من التجربة الأمريكية، وتضع برامج هادفة للممارسة المسؤولة للبحوث. وهذه القواعد يجب أن يقوم بتدريسها الأشخاص الذين يريد الطلاب أن يتأسّوا بهم؛ ألا وهم العلماء.

كينيث دي. بيمبل، جامعة إنديانا، بلومنتون، الولايات المتحدة الأمريكية.
pimple@indiana.edu

المضادات الحيوية: تَجَنُّب أزمة وشيكة

إن مُسبِّبات الأمراض البكتيرية على وشك أن تصبح مقاومةً لجميع المضادات الحيوية (*Nature* **495**, 141; 2013). ومما زاد الأمر سوءًا أن خط اكتشاف مضادات جديدة للميكروبات فارغ تقريبًا (M.S. Butler and M.A. Cooper *Curr. Drug Targets* **13**, 373 - 387; 2012). ولذلك.. فإن هيئات التمويل الرئيسة تحتاج إلى إعطاء أولوية قصوى للبحث في مجال المضادات الحيوية، ومقاومتها.

وفي استطلاع سريع ـ تم في شهر مارس الماضي ـ لمواقع أكبر 11 وكالة لتمويل الأبحاث العلمية والطبية في العالم (في الولايات المتحدة، وأوروبا، وكندا، وأستراليا)، لم أجد أي شيء يدل على تخصيص مِنَح مالية مهمة لاكتشاف مضادات حيوية جديدة، أو تطويرها، أو البحث في أمر مقاومتها.

وقد تجادل وكالات التمويل ـ التي اطّلَعْتُ عليها بخصوص هذا الأمر ـ قائلة إنّ طلبات المِنَح المكتوبة بشكل جيد تحصل جميعها على جلسة استماع عادلة، لكن هذا ليس هو الشيء نفسه. إن الباحثين ـ بشكل عام ـ بارعون في تكييف مقترحات مِنَحِهِم؛ لتناسب أولويات التمويل، وخاصة إذا كانت مُحَفِّزَة بمكافأة مالية كبيرة.

بيتر سبيك، جامعة فليندرز، أديلايد، أستراليا.
peter.speck@flinders.edu.au

المضادات الحيوية: تخفيف قواعد استيراد الفطريات

مع قيام رئيس الخدمات الطبية في المملكة المتحدة ـ في شهر مارس الماضي ـ بتسليط الضوء على «الخطر الكارثي» للبكتيريا المقاومَة للمضادات الحيوية (انظر: *Nature* **495**, 141; 2013)، فإننا نقترح أن تقوم المملكة المتحدة بإعادة تقييم النظام المفرط ـ دون داع ـ لاستيراد الفطريات من أجل الأبحاث، حيث يشكل هذا إعاقة للمسار الذي يمكن أن يكون فعّالًا للتخفيف من حدة أزمة المضادات الحيوية.

يتم اشتقاق بعض أكثر مضادات الميكروبات نجاحًا ـ من بين المستحضرات الصيدلانية الأخرى ـ من الفطريات، ويشمل ذلك: البنسيللينات، والسيفالوسبورينات، والسايكلوسبورينات، والجريسيوفولفينات، والنيموكاندين. ومع العلم بأن 2-12% فقط من كل أنواع الفطريات المقدَّرة قد تم وصفها، وأقل من نصف الفطريات الموجودة في قاعدة بيانات GenBank تم تسميتها، فقد تكون للفطريات غير المعروفة أكبر الإمكانيات لإنتاج مستحضرات صيدلانية جديدة.

وكما يجري تنفيذه، فإن نظام The Plant Health لعام 2005 (إنجلترا) يتطلب ترخيص استيراد لكل الفطريات الحية. ويتطلب إصدار الترخيص تسمية الأنواع، وتقييم خطورتها، وهو ما يمنع الباحثين من استخدام أي فطريات غير معروفة.

إن أكبر خطر على صحة النبات والإنسان يأتي من أثْوِيَة (جراثيم) الفطريات التي تدخل البلاد بالصدفة، مثل: الغبار والأتربة على السيارات، والأحذية، والتغليف، والطيور المهاجرة، أو الحشرات، والمنتجات البستانية. وبالنظر إلى حجم هذا الاستيراد غير المنظم للأنوية، فإننا نشير إلى أن القيود التي تفرضها السياسات الحالية غير واقعية، فضلاً عن أنها تعطي نتائج عكسية.

ديفيد إل. هوكسورث، جامعة كومبلوتنس دو مدريد، إسبانيا، ومتحف التاريخ الطبيعي، لندن، المملكة المتحدة.
d.hawksworth@nhm.ac.uk
برين تي. إم. دينتنجر، جامعة أبيريستويث، أبيريستويث، المملكة المتحدة.

تعليقات قرّاء «نيتشر» على الإنترنت

عيِّنة من الردود على النقاش الدائر حول سد الفجوة بين الجنسين في مجال العلوم (*Nature* **495**, issue 7439; 2013)

يقول جيمس دوير:

إن التحديد الكمي للتفاوت لا يقدّم دليلًا دامغًا على وجود تمييز. وسوف يتطلب التحليل الكمي الكامل إعادة الاختلافات في الأجور إلى وضعها الطبيعي عن طريق قياس موثوق فيه لأداء العمل، حيث يكون ذا قيمة لصاحب العمل. وبالمثل، لا بد من إعادة عدد وقيمة المِنَح البحثية ـ التي يتم منحها ـ إلى وضعها الطبيعي، ليس فقط من خلال عدد من التطبيقات، ولكن بشكل نموذجي، عن طريق قياس مستقل لجودتها.

تقول جوليا بياسكوّسكي:

إن النساء اللاتي في الثلاثينات من عُمرهن ـ اللاتي وصفتهن ـ لديهن قدرات مذهلة على الحفاظ على استمرارية وظائفهن، لكنهن وضعن سقفًا عاليًا للغاية لطموحهن. إنه أمر غير واقعي بالنسبة إلى عالِمة متوسطة العمر، وقد تكون له عواقب سيئة على تربية الأبناء.

تقول هيلين نوب:

حيث إنني أستاذ مساعد في جامعة رفيعة المستوى، وأم لطفلين صغيرين، أرى الطالبات المتخرجات الواعدات والحاصلات على الدكتوراة يهربن من الأوساط الأكاديمية، خوفًا منها: إنهن يرين ما أقوم به، ويعتقدن أنه صعب جدًّا. والواقع أنّ تشغيل وإدارة أي مشروع ذي مسؤوليات كبيرة من قِبَل أُمّ تعمل بدوام كامل في هذا المشروع يُعتَبَر عادةً تحديًا كبيرًا، لأنّ «الدوام الكامل» غالبًا ما يعني ضرورة الانتباه والتيقُّظ للعمل في كل دقيقة.

تقول فيفيان زابف:

عندما رُزقت بأطفالي؛ تحولت إلى العمل بنظام دوام جزئي. واعتقدتُ حينها أن حياتي المهنية قد دُمِّرت بشكل كامل، ولكن عن طريق التخلي عن الاشتراك في اللجان غير المفيدة، وإزالة العمل غير المهم من جدولي، وتفويض الغير لعمل شيء ما، وزيادة كفاءتي؛ وجدتُ نفسي أنتج من العلم في نصف الوقت، مثلما كنت أنتجه عندما كنت أعمل بدوام كامل. وهناك سبب لوجود إجازات التفرغ في العمل الأكاديمي: نحن جميعًا بحاجة إلى وقت للرجوع خطوة إلى الخلف؛ للقيام بإعادة تقييم أوضاعنا وأحوالنا.. ومن الضروري أيضًا قضاء بعض الوقت مع أطفالنا.

تقول آنا سوتون:

هل تعرفون ما الذي لا يجدي؟ أن ننقل عن النساء قولهن: «إنه مثل عدم طلب امرأة للرقص».. فلا عجب من أنه لا يُطلب منا المشاركة في الأنشطة التقنية والعلمية، إذا كان كل ما نستطيع فعله هو التركيز على ردود الأفعال العاطفية غير الناضجة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

روبرت ريتشاردسون

(2013–1937)

مكتشف فرط سيولة الهيليوم-3

اكتشف روبرت ريتشاردسون ـ بمشاركتي والفيزيائي ديفيد لي ـ أن الهيليوم-3 (وهو نظير مستقر نادر الوجود لعنصر الهيليوم) يصيرُ على درجة فائقة من السيولة عند تبريده إلى جزء ضئيل من الدرجة الواحدة، فوق الصفر المطلق. وكان المعتقَد ـ في وقت مبكر من سبعينات القرن الماضي ـ قبل هذا الاكتشاف أنَّ حدوث السيولة المفرطة ـ التي تعني تدفق السائل بغير مقاومة ناتجة عن الاحتكاك ـ مقتصر على الهيليوم-4، المعروف بأن ذراته هي بوزونات؛ كما أن أحدًا لم يتمكن من إنتاج هذه الظاهرة باستخدام الفيرميونات، التي تتميز أنويتها بالحركة المغزلية ذات الخواص المختلفة عن تلك المعروفة للبوزونات.

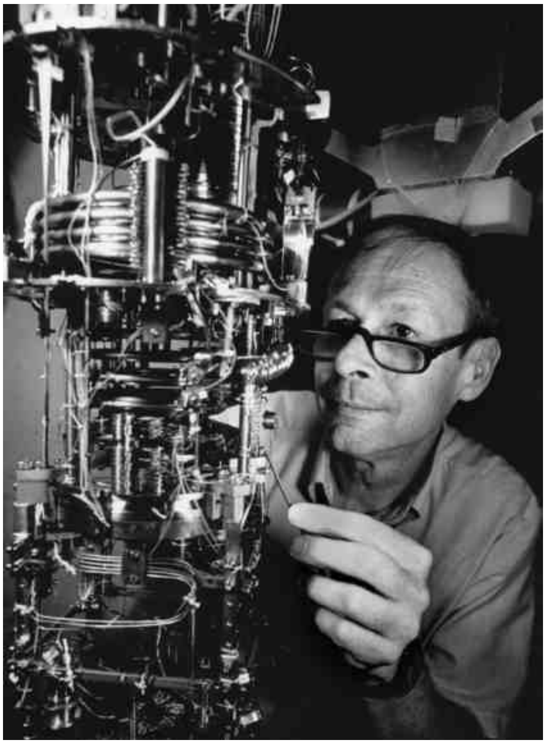
وقد أذهل الاكتشاف مجتمعَ المشتغلين بالفيزياء، الذين كانوا قد انقطع أملهم في تحقيق الظاهرة في حالة الهيليوم-3. كان لفهم السيولة المفرطة لهذا النظير تأثيره على تطور كل أنواع الموصلات الفائقة، بتطبيقاتها التي بدأت بشبكات نقل القوى الكهربية، وانتهت بأجهزة الرنين النووي المغناطيسي (NMR)، وذلك فيما تلا من عقود. كما استفاد منه علماء الفيزياء الفلكية، حيث أعانهم على تحسين مفهومهم للنجوم النيوترونية، بما لها من أنوية فائقة السيولة.

وكان ريتشاردسون ـ الذي توفي في التاسع عشر من شهر فبراير 2013 ـ قد وُلد في العاصمة الأمريكية واشنطن في عام 1937؛ وكانت نشأتُه في أرلينجتون، بولاية فيرجينيا، حيث كان والده يعمل في إحدى شركات الهاتف المحلية. وكان في صباه جوّالاً متمرسًا، مولَعًا بالتخييم، ورَصْد الطيور، كما كان عضوًا بجمعية الكشّافة الأمريكية، وحصل على رتبة (نسر الكشّافة)، بعد أن أمضى أقصرَ وقت ممكن يسمحُ بنيل هذه الرتبة، التي تُعدُّ الأعلى في برنامج الجمعية.

وقد تخرَّجَ ريتشاردسون في معهد فرجينيا للبوليتِكْنيك في بلاكسبورج، ومنه حصلَ على درجة الماجستير في علوم الفيزياء، قبل أن يمضي ستة أشهر مجندًا كضابط في جيش الولايات المتحدة الأمريكية؛ وكان قد فكر في الحصول على درجة الماجستير في إدارة الأعمال، قبل فترة الخدمة العسكرية، غير أنه لم يستحسِن ما تَلَقّاه في الجيش من مقررات دراسية في الإدارة، وقرر - بدلاً من ذلك - أن يسعى للحصول على درجة دكتوراة الفلسفة في العلوم الفيزيائية.

بدأ ريتشاردسون العملَ من أجل درجة دكتوراة الفلسفة في مختبر هورست ماير، التابع لجامعة (ديوك)، بولاية كارولينا الشمالية، في عام 1960. وفي ديوك أيضًا كان لقاؤه بيتي مكارثي، التي كانت هي الأخرى طالبة دراسات عليا في مجال الفيزياء؛ وتزوجا في عام 1962، ورُزِقا بابنتيهما جينيفر، وباميلا في عامي 1965، و1966. وقد تعلم ريتشاردسون في مختبر ماير كيف يصنع الجهاز الذي كان بحاجة إليه ليدقق في الكيفية التي يكون عليها سلوك مجموعات الذرات عند درجات الحرارة شديدة الانخفاض.

انتقل ريتشاردسون وعائلته الشابة إلى إيثاكا، بنيويورك، وذلك بعد وقت قصير من حصوله على درجة الدكتوراة في عام 1966، حيث عمل مع ديفيد لي كباحث في مرحلة ما بعد الدكتوراة، في فريق أبحاث درجات الحرارة المنخفضة بجامعة كورنيل. وفي عام 1968، التحقَ ريتشاردسون بكلية كورنيل، كأستاذ مساعد بقسم الفيزياء، حيث انتهى به المطاف أستاذًا عاملاً بالقسم. وكنت أنا أحد طلاب ديفيد لي بمرحلة الدراسات العليا، عندما أصبح



CORNELL UNIVERSITY PHOTOGRAPHY

ريتشاردسون أستاذًا؛ وكان في أغلب الأحيان يعمل لوقت متأخر، حتى يحلَّ الليل. فقد كان موجودًا طول الوقت، مستعدًا لإسداء النُصح عن طِيب نفس، دون تمييز بين طلابه وطلاب غيره من الأساتذة.

ظل الكيميائيون والمتخصصون في علوم المواد ـ في مفتتح سبعينات القرن العشرين، وعلى مدى عقود ـ يسبرون أغوار سلوكيات المواد، مستخدمين ظاهرة الرنين النووي المغناطيسي، وفيها تمتص الأنويةُ الواقعةُ تحت تأثير مجال مغناطيسي إشعاعًا كهرومغناطيسيًّا، ليعودَ فينبعث منها، وذلك عند تردد محدد. ويعتمدُ ذلك على خواص الذرات، وعلى قوة المجال المغناطيسي. فلما جاء ريتشاردسون، اضطلع بدور مهم، باستخدامه لهذا «التكنيك» في الدراسات المتصلة بدرجات الحرارة المنخفضة للغاية. وكان السؤال الذي تعيَّن علينا نحن الثلاثة (ريتشاردسون، وديفيد لي، وأنا) أن نجد إجابة له، هو: إذا كان اتجاه العزم المغزلي النووي للهيليوم-3، في حالته الصلبة، فهل يمكن أن ينتظم من تلقاء نفسه عند درجات حرارة منخفضة إلى حدٍّ كافٍ؟.

وكان علينا، لكي نحصل على درجات حرارة شديدة الانخفاض، أنْ نضغط الهيليوم-3 في حالته السائلة؛ حتى يبدأ في التحول إلى الحالة الصلبة، منتهيًا إلى تبريد خليط مكون من حالتيه، السائلة والصلبة. وكان قد وَقَرَ في أذهاننا ـ في بداية الأمر، سهوًا ـ أننا قد أوجدنا نظامًا مغناطيسيًّا في الحالة الصلبة من الهيليوم-3، عند نحو 0.002 كلفن؛ لكنْ حقيقة الأمر هي أننا كنا أمام حالة فيزيائية جديدة، هي فرط السيولة في الهيليوم-3 السائل. وقد تقاسم ثلاثتُنا جائزة نوبل في الفيزياء لعام 1996 عن هذا الاكتشاف.

وقد استحق ريتشاردسون ـ سواء منفرداً، أم مشاركًا ـ عديدًا من الجوائز والأوسمة، غير جائزة نوبل، منها جائزة السير فرانسيس سيمون التذكارية في عام 1976؛ وجائزة أوليفر إ. باكلي للمواد المضغوطة في عام 1981؛ وفي العام ذاته صار زميلاً للجمعية الأمريكية لتقدم العلوم؛ وأصبح عضوًا بالأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم في عام 1986.

خلال عمله في جامعة كورنيل، بل وفي مجتمع الفيزياء الأوسع، كان ريتشاردسون مواطنًا استثنائيًّا؛ شغلَ في الفترة من 1990 إلى 1996 موقع مدير مختبر فيزياء الحالة الذرية بجامعة كورنيل؛ وفي الفترة من 1988 إلى 2007، نُصِّبَ أول نائب لرئيس الجامعة لشؤون البحوث؛ كما كان ريتشاردسون عضو المجلس الوطني الأمريكي للعلوم، الذي يقوم بالإشراف على قضايا السياسة ذات الصلة بالبحوث والتعليم في مجالات العلوم والهندسة.

لقد اتصفَ ريتشاردسون ـ أو «بوب»، كما كان يناديه المقرَّبون منه ـ بالروح التنافسية والعاطفية، كان خلاَّقًا، لكنه كان متواضعًا كذلك، ولا يعتدي على حقوق الآخرين. وأشد ما أحزنه في حياته هو وفاة ابنته الصغرى (باميلا) بصورة مأساوية في عام 1994، نتيجة هبوط في عضلة القلب. وقد عمد بوب وبيتي إلى طريقة لمعالجة حزنهما، بأن اجتمعا مع آلان جيامباتيستا ـ وهو فيزيائي في كورنيل ـ على العمل في وضع مرجع في الفيزياء، أعطوه عنوان «الفيزياء للمرحلة الجامعية» *College Physics*.

لقد كان بوب يحاول جاهدًا مساعدة وتوجيه شباب العلماء؛ وكان مشاركًا شديد الحماس في لعبة (الإطاحة بالبنسات)، التي صارت ممارستُها طقسًا بمختبر درجات الحرارة المنخفضة لسنوات عديدة، وفيها تُقذفُ قطعُ النقود المعدنية من فئة البنس باتجاه حائط، لمعرفة مَنْ الذي ستستقر قطعة العملة التي قذف بها عند أقرب نقطة من الحائط؛ وكثيرًا ما كان يستضيفُ في منزله مباريات الكروكيه. وقد حدثَ أنْ تحدَّى، ذات مرة، واحدًا من طلاب الدراسات العليا ـ كان يتدرب ليخوض سباق الماراثون ـ أنْ يتسابقا في قفز عدة درجات من سُلَّم؛ فاعتذر الطالب، حرصًا على سلامة بوب. ■

دوجلاس د. أوشيروف أستاذ فخري بجامعة ستانفورد ـ ستانفورد، ولاية كاليفورنيا 94305 ـ الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: osheroff@stanford.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



ZIV KOREN/POLARIS/EYEVINE

الشكل 1 | امرأة مُصابة بفيروس نقص المناعة البشري في كوازولو– ناتال، جنوب أفريقيا.

الصحّة العالميّة

دليل مُقْنِع على سياسة فيروس نقص المناعة البشرية

أحدثَ العلاج المضاد للفيروسات ثورةً في مقاومة وباء فيروس نقص المناعة البشرية (إيدز). وقدمت تحليلات بيانات المراقبة لقطاع سكاني كبير بالمناطق الريفية بجنوب أفريقيا حالةً مقنعة بأن الدعم المستدام لهذا العلاج أساسي.

جريس جون-ستيوارت

في سياق القصة المأساوية لوباء فيروس نقص المناعة البشرية العالمي، يمثل العلاج بمضادّات الفيروسات القهقريّة وميض ضوء. يضم العلاج مزيجًا من ثلاثة عقاقير على الأقل، تقوم بكبح فيروس نقص المناعة البشرية، وتَحُول دون تطوُّر العدوى بمرض الإيدز ـ نقص المناعة البشرية المكتسبة (AIDS) ـ إلى الموت. ومع تطور الاستثمار الطارئ لمناهضة فيروس نقص المناعة البشرية ومرض الإيدز إلى استجابة ممتدة، يبقى قياس المنافع المباشرة وغير المُباشرة حاسمًا لعلاج فيروس نقص المناعة؛ لاستدامة الاستثمار. وقد أظهرت دراستان نُشرتا بمجلّة «ساينس»، أجراها تانسير وزملاؤه[1]، وبور وزملاؤه[2] ارتفاعًا ملحوظًا بمتوسّط الأعمار المتوقّع، وانخفاضًا في عدد الحالات الجديدة للإصابة بالفيروس، بعد استخدام ممتدّ للعلاج بمضادّات الفيروسات القهقريّة بجنوب أفريقيا (الشكل 1).

ومنذ تسعينات القرن الماضي، أصبح معلومًا أنّ العلاج باستخدام مضادّات الفيروسات القهقريّة يزيد معدّلات بقاء المُصابين بفيروس نقص المناعة البشرية[3]، لكنه لم يرق إلى المستوى العالمي إلا في عام 2004، عقب الاستثمارات الضخمة التي خصّصتها خطّة الرئيس الأمريكي الطارئة للإغاثة من الإيدز (PEPFAR)، وبرنامج مكافحة الإيدز العالمي (GAP)[4]. ومنذ ذلك الحين، تمّ إعطاء مضادّات الفيروسات القهقريّة لما يزيد على 8 مليون شخص على مستوى العالم (الشكل 2)؛ مما أدى إلى إنقاذ ملايين من الأعوام في أعمارهم، في قصة نجاح غير مسبوقة بالصحّة العامّة[5].

وأظهرت دراسات أجريت على أزواج متباينين ـ يحمل أحدهما عدوى فيروس نقص المناعة البشرية، دون الآخر[6،7] ـ أنّ تلقّي الطرف المُصاب بعدوى الفيروس لمضادّات الفيروسات القهقريّة يجعل انتقال المرض بينهما نادر الحدوث. وربّما كان الدليل الأكثر إقناعًا لهذه الملاحظة ما ظهر في نتائج المرحلة الثالثة من التجربة الإكلينيكية التي ضمّت بلدانًا متعدّدة[8] (شبكة تجارب منع عدوى فيروس نقص المناعة البشرية 052)، حيث قلّلت مضادّات الفيروسات القهقريّة مخاطر انتقال الفيروس بين الأزواج بنسبة 96%. يُذكر أنّ هذه الدراسات ضمّت مرضى متحمّسين بمستويات عالية للالتزام بالعلاج.

تُضيف الدراسات التي نشرتها مجلة «ساينس» منظورًا فريدًا حول فوائد استخدام مضادّات الفيروسات القهقريّة علاجًا بالنسبة إلى متوسّطات الأعمار المتوقّعة، وانتقال المرض بين عموم السكّان. تنظر الدراسات في شريحة سُكانيّة سماتها موصفة بدقّة، وتبلغ 101000 شخص من الأسر في مساحة مراقبة بلغت 434 كيلومترًا في ريف كوازولو–ناتال بجنوب أفريقيا. وتمّ مسح هذه الأسر مرّتين سنويًا بين عامي 2000، و2011؛ لتحصيل بيانات الولادات والوفيات بواسطة مركز أفريقيا لدراسات الصحّة والسكّان في كوازولو–ناتال. وخضعت مجموعة من هؤلاء الأشخاص لفحوص العدوى بفيروس نقص المناعة البشرية؛ لتقدير معدّلات العدوى الجديدة بالفيروس. وابتداءً من 2004، قام تانسير وزملاؤه بتخطيط مواقع الأسر فرادى، وتقدير انتشار الفيروس محليًّا، ونسبة الأشخاص المُصابين بعدواه بمناطق جغرافيّة محدّدة، تلقّى سكّانها مضادّات الفيروسات القهقريّة، وهو ما أتاح لهم تفهُّم ما إذا كان العيش بمنطقة تتمتّع بتغطية علاجية أفضل قد ارتبط بخفض مخاطر الإصابة بعدوى فيروس نقص المناعة البشرية، أم لا.

وأظهرت الدراستان التأثير العميق للتغطيّة العلاجيّة بمضادّات الفيروسات القهقريّة على المستوى السكّاني العام؛ حيث أشار بور وزملاؤه إلى أنّ توسيع نطاق البرامج العلاجيّة رَفَعَ المتوسّط الكلّي لمتوسّطات الأعمار المتوقّعة بحوالي 11 عامًا و3 أشهر في كوازولو–ناتال. ويقدّر تانسير وزملاؤه أنّ المجتمعات الّتي يتلقّى فيها 30 ـ 40% من المُصابين بعدوى فيروس نقص المناعة البشرية مضادّات الفيروسات القهقريّة، انخفضت لديها

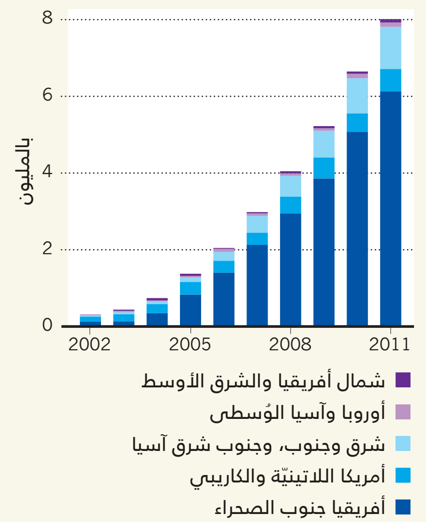
مخاطر عدوى الفيروس بنسبة 38%، مقارنةً بمجتمعات تشهد انتشارًا أقل لذلك العلاج.

وهذه الدراسات السكانية، التي تغطي أفرادًا أقل التزامًا بتناول العلاجات، مقارنة بأولئك المشاركين في تجارب إكلينيكية تحت السيطرة الدقيقة، تمثل مكملاً قويًّا للتجارب الإكلينيكية. فالدراسات السكانية تعطي إحساسًا بتأثير العلاجات في الواقع الفعلي. هذا.. وتركز الدراسات الجديدة على واقع فعلي محدد بشكل مقبول، حيث كان انتشار الفيروس مرتفعًا بشكل مذهل؛ فأتاح اكتشاف تأثير العلاج على المتوسّط الإجمالي المتوقّع للأعمار. وعلى أي حال، فهذه الدراسات مقنعةً فيما يتعلّق بالمشهد الأوسع لانتشار الفيروس عالميًّا. ويمكن لبلدان أُخرى عديدة جنوب وشرق أفريقيا ـ لديها مستوى الانتشار المرتفع نفسه للإصابة بعدوى الفيروس ـ أن تشهد نتائج مشابهة. ففي عام 2012، شهدت 25 دولة انخفاضًا، فاقت نسبته 50% في الإصابات الجديدة بعدوى الفيروس5. ويعود هذا الانخفاض إلى عدة عوامل، لعب فيها العلاج بمضادّات الفيروسات القهقريّة دورًا محوريًّا، بلا شك.

لذلك.. يُتوقّع أن تُقنع هذه المعطيات صنّاعَ السياسات باستدامة أو زيادة الاستثمار في هذا النوع من العلاج. فبينما تتقلص المساعدات المالية العالميّة، أو تستقر على المستوى نفسه، تتواصل الاحتياجات الصحية، وربّما تزداد. ويتّضح من هاتين الدراستين أنّه في أقاليم ذات انتشار مرتفع لعدوى فيروس نقص المناعة ـ ومن ضمنها جنوب أفريقيا ـ يصبح تعزيز الاستثمار في العلاج بمضادات الفيروسات القهقرية أساسيًّا. ولتحقيق أحد أهداف برنامج الأمم المتّحدة المشترك لمناهضة فيروس نقص المناعة البشرية/مرض الإيدز (UNAIDS) ـ وهو أنْ يتلقّى 15 مليون شخص العلاج بمضادّات الفيروسات القهقريّة بحلول 2015 ـ سيكون ضروريًّا استمرار الدعم من برنامج مكافحة الإيدز العالمي (GAP)، ومن خطّة الرئيس الأمريكي الطارئة للإغاثة من الإيدز (PEPFAR) معًا[5].

لقد حقّق توسيع نطاق العلاج بمضادّات الفيروسات القهقريّة مكاسب في مستويات كفاءة البرنامج؛ فلم يتحقق فقط انخفاض في تكاليف العقاقير، بل تنوّعت أنظمة تقديم العلاج بمضادّات الفيروسات القهقريّة كذلك، وأصبحت أقل كلفة عبر توظيف مقدّمي رعاية طبيّة أدنى تدريبًا، وعبر تقديم متابعة معمليّة أقل كثافةً5. كما تشعبت مصادر التمويل بمضادّات الفيروسات القهقريّة، مع زيادة استثمار البلدان المتضرّرة محليًّا؛ للتكامل مع الدعم الخارجي[5]. فمثلًا، قدمت جنوب أفريقيا زيادة ملموسة لاستثمارها المحلي في العلاج بمضادّات الفيروسات القهقريّة، كما تقدّم الدراسات الحالية تبريرًا واضحًا للاستمرار في نطاق هذا الاستثمار، وتوسيعه.

وعلى مستوى السياسة الوطنيّة أو العالميّة، وُضع العلاج بمضادّات الفيروسات القهقريّة تحت المجهر بعدة طرق، نظرًا إلى فوائده المزدوجة علاجًا ووقاية؛ وتأثيره على احتياجات صحيّة أخرى ـ كأمراض الطفولة، والصحّة الإنجابيّة، أو الأمراض المعدية، كالسل؛ ونظرًا إلى الضغط الذي يضعه العلاج على عاتق الأنظمة الصحيّة، كالتركيز غير المتوازن على فيروس نقص المناعة البشرية/مرض الإيدز على حساب غيره من الأمراض في أوضاع قصور العاملين بالصحّة ونقص الموارد؛ ونظرًا إلى مساهمة ذلك العلاج في الرفاهية والإنتاجية الاقتصادية. وأدّت برامج العلاج بمضادّات الفيروسات القهقريّة إلى تحسّن واسع النطاق في الأنظمة الصحيّة، والابتكارات في التعليم الطبي الإكلينيكي، فضلًا عن إصلاح البنية التحتيّة المخبرية



الشكل 2 | استخدام العلاج بمضادّات الفيروسات القهقريّة. عدد الأشخاص الذين تلقّوا العلاج بمضادّات الفيروسات القهقريّة بحلول نهاية كل سنة بين عامي 2002 و2011 في البلدان منخفضة ومتوسّطة الدخل، حسب الأقاليم (مستقاة من المرجع 5).

والإكلينيكية، أكثر كثيرًا ممّا تصوّره المجتمع الدولي في البداية. وبهذا.. فقد ارتبطت الاستثمارات المالية بنتائج مفيدة ومتنوّعة وقابلة للقياس.

ومن أجل آفاق المستقبل، من المهم التعاطي مع النتائج الأكثر دلالة بالنسبة إلى قرارات استثمار الموارد الصحية. فرغم أن زيادة الإجمالي في متوسط الأعمار، وانخفاض حالات العدوى الجديدة بالفيروس على المستوى السكاني عاملان حاسمان لصُنّاع السياسات بالمناطق ذات الانتشار واسع النطاق لعدوى الفيروس، لكن قد تكون القياسات الأخرى ـ ومن بينها المقارنة بالاستثمارات الصحية الأخرى وتأثيرها على درجة الإمراض وجودة الحياة أو الإنتاجية ـ أكثر فائدة في أوضاع العدوى الأقل انتشارًا. ■

جريس جون- ستيوارت تعمل بقسم الصحّة الدوليّة، جامعة (ولاية) واشنطن، سياتل، الولايات المتّحدة.
البريد الإلكتروني: gjohn@uw.edu

1. Tanser, F., Bärnighausen, T., Grapsa, E., Zaidi, J. & Newell, M. L. *Science* **339,** 966–971 (2013).
2. Bor, J., Herbst, A. J., Newell, M. L. & Bärnighausen, T. *Science* **339,** 961–965 (2013).
3. Palella, F. J. Jr *et al. N. Engl. J. Med.* **338,** 853–860 (1998).
4. *PEPFAR Blueprint: Creating an AIDS-Free Generation* (US State Dept, 2012); available at go.nature.com/h27zl8
5. *Global Report: UNAIDS Report on the Global AIDS Epidemic 2012* (UNAIDS, 2012); available at go.nature.com/c4lupm
6. Bunnell, R. *et al. AIDS* **20,** 85–92 (2006).
7. Donnell, D. *et al. Lancet* **375,** 2092–2098 (2010).
8. Cohen, M. S. *et al. N. Engl. J. Med.* **365,** 493–505 (2011).

الكيمياء الحيوية

السِّرْتوِين في نظام غذائي عــالي الدهون

اتضح أن إنزيم السِّرتوين «سِرت-6» يزيل تفضيليًّا تحورات بروتين الأسيل الدهني طويل السلسلة، وليس تحوُّرات بروتين أسيتيل. وينظم هذا النشاط إفراز بروتين TNF-α المرتبط بالالتهاب.

بونام بيدا، وسينثيا وُلبرجر

تنظم السِّرتوينات (sirtuins) نطاقًا واسعًا من العمليات، تشمل النسخ، والأيض، ونقل الدهون، والتنكس العصبي، والشيخوخة. وكانت وظائف هذه البروتينات المختلفة تُعزَى ـ بشكل كبير ـ إلى مقدرتها على تحفيز عملية إزالة مجموعات الأسيتيل من بقايا أحماض اللايسين الأمينية لبروتينات أخرى عبر نشاطها في إزالة الأستلة. وبرغم ذلك.. فإن الفعل البيولوجي (الحيوي) للسِّرتوينات يظل غير جلي.. فمثلاً، أحد السرتوينات ـ «سِرت-6» الذي يُعتقد بأن له صلة باستقرار الجينوم والالتهاب وأيض خلايا السرطان، وحتى بالعمر ـ له فعالية ضعيفة جدًّا في إزالة الأسيتيل[1]. ومؤخرًا، نشر جيانج وزملاؤه[2] اكتشافًا مفاجئًا يوضح أن إنزيم «سِرت-6» قادر بقوة على إزالة مجموعة الميريستويل ـ مجموعة أسيل دهني طويلة السلسلة ـ من بقايا اللايسين، وأن هذا النشاط الكيميائي الحيوي يمكِّن

الإنزيم من تنظيم إفراز TNF-α، وهو بروتين سايتوكين، يُطلَق من الخلايا أثناء عملية الالتهاب.

تمر البروتينات بتحورات كيميائية تعدل نشاطها. لذلك.. فالإنزيمات التي تضيف إلى هذه التحورات وتزيلها لها دور رئيس في صنع قرار التتابعات الإشارية، حيث يمكن تعديل سلاسل اللايسين الجانبية، فتلصق بها مجموعة أسيل صغيرة تُعرَف بالأسيتيل، وهذا أحد التعديلات التنظيمية الأكثر شيوعًا، المعروفة بدورها في التحكم بعملية النسخ. كذلك، تم رصد تعديلات أسيل أكبر ببقايا اللايسين، لكن أدوارها الحيوية ما زالت ـ في معظمها ـ مجهولة.

تزيل معظم السرتوينات أسيتيل سلاسل اللايسين الجانبية في تفاعلات تستهلك العامل المشارك ثنائي نوويد نيكوتيناميد الأدينين (NAD^+)، مُطْلِقَةً بذلك النيكوتيناميد، وناقلةً مجموعة الأسيتيل من اللايسين إلى O-أسيتيل ثاني فوسفات الأدينوزين-رايبوز—O-acetyl ADP-ribose— (الشكل1). وتبدي معظم السرتوينات البشرية السبعة

«سِرت1-7» هذا النشاط النموذجي، رغم أن بعضها ـ ويشمل «سِرت-6» ـ له إمّا قدرة ضعيفة على إزالة الأسيتيل، أو تفتقده تمامًا. فمثلاً، يفضل «سِرت-5» التقيد بتعديلات السكسنيل والمالونيل وإزالتها من اللايسين[3]. ومجموعات الأسيل هذه هي أكبر من الأسيتيلات، وتختلف عنها بكونها سالبة الشحنة، لكنْ يربطها باللايسين نوع الرابط الكيميائي نفسه، وتُزال بطريقة التفاعل الإنزيمي ذاتها، المعتمدة على NAD^+، كتلك المحفَّزة بواسطة السرتوينات الأخرى.

وحَثَّتْ سابقة «سِرت-5» على يد جيانج وزملائه أن يستقصوا إنْ كان ضعف فعالية «سِرت-6» في إزالة الأسيتيل تعكس تفضيل ركائز أسيل لايسين الأخرى. وبدأ هؤلاء بحثهم في أنبوبة الاختبار باستخدام الببتايدات المخلقة كيميائيًّا، والحاملة للايسينات المعدلة بمختلف مجموعات أسيل، التي يُعرف عنها وجودها بالخلايا. وكانت النتيجة واضحة، ومفادها أنّ «سِرت-6» أكثر فعالية في إزالة مجموعات مَيريستويل وبالميتويل للأسيل الدهني طويلة السلسلة، مقارنة بإزالتها لتعديلات الأسيل الصغيرة، بما في ذلك مجموعات الأستيل.

وتُظهِر رؤية المؤلفين للبنية البلورية لـ«سِرت-6» المقيد إلى الببتايد «المرسل» myristoylated peptide وثاني فوسفات الأدينوزين-رايبوز أن «سِرت-6» يحتوي على قناة ممتدة كارهة للماء، بمقدورها استيعاب سلسلة ميريستويل ذات 14 ذرة كربون. وبجانب الدراسات البنيوية السابقة[3-5] التي توضح كيف أن بمقدور مركبات السرتوين استيعاب مختلف تعديلات أسيل ـ ومن بينها لايسينات تحتوي على مجموعات لايسينات سُكسينيل ومالونيل وبروبيونيل ـ يبدو جليًّا الآن أن السمات البنيوية لمواقع السرتوينات النشطة تحكم تفضيل كل واحدة منها لإزالة نوع محدد من تعديلات الأسيل.

وداخل الجسم الحي، يُعرف أن «سِرت-6» ينظم مستويات بروتين سايتوكين الالتهاب TNF-α بامتداد الغشاء الخلوي، التي يشققها إنزيم البروتييز المرتبط بالغشاء، وينتج عن ذلك إفراز النطاق خارج الخلوي للسايتوكين. ويحتوي النطاق السايتوبلازمي لبروتين TNF-α على لايسينات «مرسلة». وهذا يثير على الفور سؤالين: هل يزيل «سِرت-6» تعديلات المَيريستويل هذه؟، وإنْ كان ذلك صحيحًا، فهل ثمة ارتباط ما لهذا النشاط الإنزيمي بتنظيم (تقنين) بروتين TNF-α؟

في الواقع، وجد جيانج وزملاؤه أن مستوى «مرسلة» myristoylation بروتين TNF-α في خلايا مستزرعة يعتمد على النشاط الإنزيمي لـ«سِرت-6». وإفراز TNF-α يتطلب أيضًا «سِرت-6»، مما يشير إلى أن إزالة مجموعات مَيريستويل خطوة أساسية في هذه العملية. وسيكون مثيرًا للاهتمام أن نرى كيف تنظم المرسلة الإفراز، وما إذا كانت إزالة مجموعة الميريستويل هذه تسبب إعادة تشكيل هيئة TNF-α مجددًا، أم لا؛ مما يتيح تشققها بواسطة البروتيز المرتبط بالغشاء.

وتهيئ نتائج جيانج وزملائه المجال لعدة اتجاهات جديدة يُستقصى فيها دور تعديلات الأسيل الدهني وتنظيمها بواسطة السرتوينات. وينبغي أن تكون هذه الدراسة قوة الدفع النهائية لإعادة تصنيف السرتوينات كمزيلات لمجموعات الأسيل من اللايسين[5]، بدلًا من تصنيفها كمزيلات للأستيلات، من أجل عكس الطبيعة الأعم لنشاطها الإنزيمي.

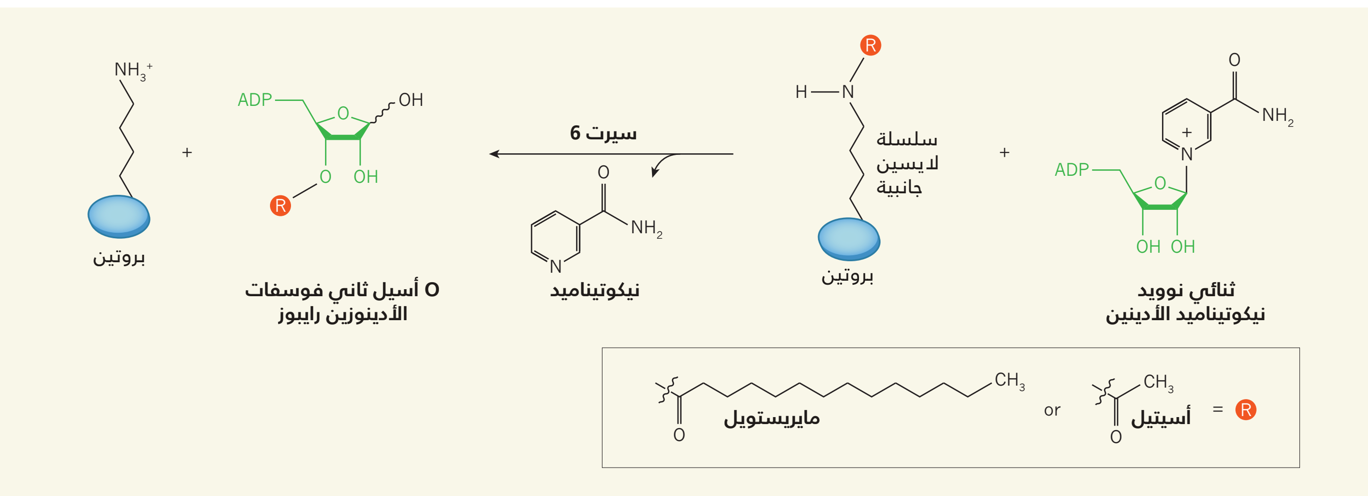
ويبدو الآن أن السرتوينات تختلف إحداها عن الأخرى في نوع تعديلات الأسيل التي تفضل إزالتها من الركائز، رغم أن النتائج الراهنة لا تستبعد إمكانية أن يقوم سرتوين معين بإزالة عدة أنواع من تحورات الأسيل داخل الجسم الحي. وربما كان هذا هو الحال بالنسبة لـ«سِرت-6». وبرغم أن هذا الإنزيم يفضل إزالة تعديلات الأسيل الدهني طويلة السلسلة، يرجح أن لنشاطه في إزالة الأسيتيل صلة[6] بتعديل بروتين الهيستون H3المرتبط بالحمض النووي. وربما يكون نشاط «سِرت-6» الضعيف في إزالة الأستيل ـ داخل الجسم الحي ـ مقتصرًا على ركائز محددة (كما يظهر في المرجع 6) بمواضع تحت خلوية محددة بدقة، أو قد يكون ذلك مقتصرًا على مسارات إشارية معينة. يجب أنْ تمكِّننا حقيقة أنّ بإمكان «سِرت-6» إزالة نطاق واسع من تعديلات الأسيل من الكشف عن الإسهامات النسبية للنشاطات الكيميائية الحيوية في وظيفة هذا الإنزيم.

ولطالما كان السبب غامضًا وراء استهلاك السرتوينات للعامل المشترك NAD^+ المكلف للطاقة، بدلًا من استخدام التحليل المائي البسيط لإزالة الأسيتيل من الركائز، كما تفعل فئات أخرى من مزيلات الأستيل. تضمنت التفسيرات المطروحة الآثار التنظيمية لاقتران نشاط السرتوين مع حالة أيض الخلية، التي ينخرط فيها NAD^+، أو الدور الإشاري المحتمل لمنتج O-أسيتيل ثاني فوسفات الأدينوزين-رايبوز (الشكل1). وهناك تفسير آخر يقول إن هناك حاجة إلى توليد حامل (ناقل) نيوكليوتيد لمجموعة الأسيل المغادرة. وبالانتقال من ركيزة اللايسين إلى ثاني فوسفات الأدينوزين-رايبوز لتكوين O-ميريستويل ثاني فوسفات الأدينوزين-رايبوز، يتم إطلاق الميريستات الكارهة للماء في هيئة مقترنة أكثر ذوبانًا. كذلك يمنع اقتران O-ميريستويل ثاني فوسفات الأدينوزين-رايبوز تطويل الميرستات أيضًا بتفاعل إنزيمي إضافي لتكوين حمض دهني آخر ـ بالميتيت ـ وتحافظ بذلك على معين الميريستات المتاح.

ويمكن تكسير O-أسيتيل ثاني فوسفات الأدينوزين-رايبوز بواسطة عدة إنزيمات[7]، ويتبقى أن نرى أيها يمتلك المقدرة على تنظيم منتجات O-أسيل ثاني فوسفات الأدينوزين-رايبوز الأخرى، أو نقلها إلى حاملات أخرى، وما إذا كانت هذه الأنشطة تؤثر في مسارات ضد التيار المنخرطة في توليد نواتج الأيض (المستقبلات) هذه، أم تقودها. أما بالنسبة إلى الوقت الراهن، فإن اكتشاف إزالة «المرسلة» demyristoylation بواسطة «سِرت-6» تستحق فصلًا مثيرًا في قصة السرتوينات البشرية السبعة ونشاطها الحيوي. ■

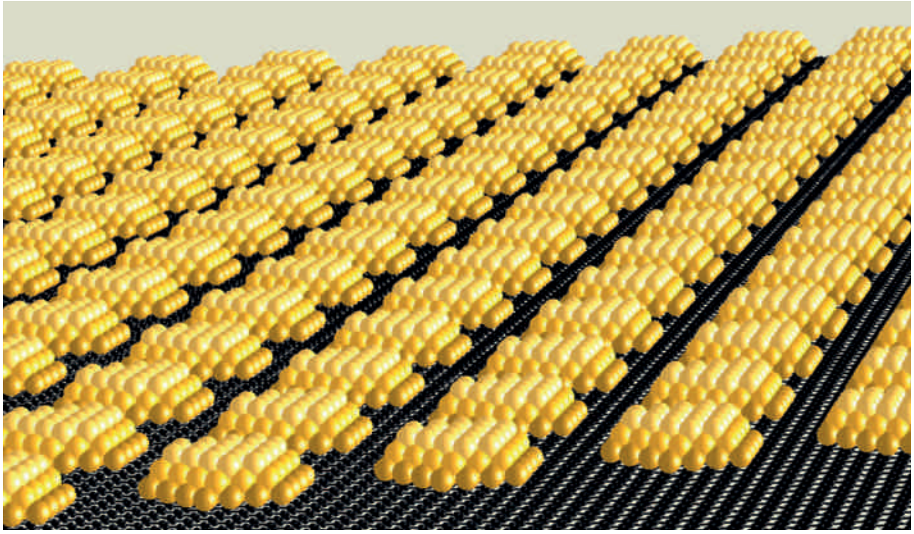
بونام بيدا تعمل بمعهد الجينات والبيولوجيا الجزيئية والخلوية، إلكيرش، فرنسا. **سينثيا وُلبرجر** تعمل بقسم الفيزياء الحيوية والكيمياء الفيزيائية الحيوية وبمعهد هَوَرد هيوز الطبي، كلية طب جامعة جونز هوبكنز، بلتيمور، ميريلاند، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: cwolberg@jhmi.edu

1. Lerrer, B. & Cohen, H. Y. *EMBO J.* **32,** 7–8 (2013).
2. Jiang, H. *et al. Nature* **496,** 110–113 (2013).
3. Du, J. *et al. Science* **334,** 806–809 (2011).
4. Bheda, P., Wang, J. T., Escalante-Semerena, J. C. & Wolberger, C. *Protein Sci.* **20,** 131–139 (2011).
5. Zhu, A. Y. *et al. ACS Chem. Biol.* **7,** 155–159 (2012).
6. Michishita, E. *et al. Nature* **452,** 492–496 (2008).
7. Tong, L. & Denu, J. M. *Biochim. Biophys. Acta* **1804,** 1617–1625 (2010).



الشكل 1 | إزالة الأسيل من البروتين. المعلوم أن السرتوينات تعمل كإنزيمات إزالة الأسيتيل. فالسرتوينات تزيل مجموعة الأسيل (R) المسماة «أسيتيل» من سلسلة الأسيل الجانبية لبروتينات الركائز في تفاعل يشمل العامل المشترك NAD^+ وتنقلها الى جزء ثاني فوسفات الأدينوزين-رايبوز المتبقي من NAD^+ (الأخضر) لتكوين O-أسيتيل ثاني فوسفات الأدينوزين-رايبوز. (نَيكوتيناميد ناتج جانبي للتفاعل). وقد اكتشف جيانج وزملاؤه[2] أن «سِرت-6» يفضل إزالة مجموعة أسيل طويلة السلسلة مختلفة (ماريستويل) من البروتينات. ويمثِّل هذا الاكتشاف ـ إضافة الى البيانات السابقة ـ دعوة الى إعادة تصنيف السرتوينات كمزيلات أسيل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | محضن جسيمات النانو. قاس فرانز وزملاؤه[2] التركيب الذري لجسيم إريديوم نانوي، مكون من 82 ذرة (اللون الأصفر) بِرَصّ هذه الجسيمات بصورة دورية في سطح جرافين-إريديوم (اللون الأسود) واستخدام علم البلورات بالأشعة السينية السطحية.

علم المواد

بِنَى جسيمات النانو مقدَّمة على طبق جرافين

أتاحت مقاربة بارعة لمصفوفة من الجسيمات النانوية ـ على صفيحة جرافين مدعمة بركيزة إريديوم ـ إجراء قياسات دقيقة للبنية الذرية للجسيمات النانوية.

سايمون بيلينج

سواء وَعَيْنا هذه الحقيقة أم غفلنا عنها، فالحياة الحديثة كانت ستبدو بالغة الاختلاف، لو لم توجد المحفزات من جسيمات المعادن النفيسة النانوية[1]. فكل قطرة بترول استُخدمت.. مرت على محفز بلاتيني أثناء إنتاجها، وكذلك تمر الغازات المنصرفة المنبعثة من محرك السيارة بالمحفزات في محول التحفيز بسبيلها إلى الخارج. والمحفزات مهمة أيضاً لتقنيات الطاقة المستدامة بالمستقبل، كالسيارات والحافلات التي تحركها خلايا وقود الهيدروجين. وتعتمد هذه العمليات (المعالجات) على تفاعلات كيميائية تحدث على سطح المحفز. وبرغم اعتمادنا على هذه التفاعلات، إلا أننا نعرف القليل جدًّا عنها، لأننا نفتقد الأدوات التي تستطيع «رؤية» هذه العمليات وقياس تفاعلات الجزيئات والمحفزات. يصف فرانز وزملاؤه[2] في مقالهم المنشور بدورية «فيزيكال ريفيو لترز»، تسخيرًا بارعًا لهدية من الطبيعة، سيتيح انطلاقًا كبيرًا في حل هذه المشكلة.

يقوم المحفز بدور المضيف للتفاعل الكيميائي، مما يتيح للتفاعل المضي قُدمًا، بدون أن يتم استهلاك المحفز نفسه أثناء هذه العملية. وبطريقة المضيف الماهر في الحفلات، يقرب المحفز بين ضيفين بميول مشتركة، ثم يغادران بعد ذلك، تاركين المضيف ليجد ويسهل إجراء مضاهات أخرى. سيتيح فهم أسرار المضاهاة الناجحة إيجاد مواد أفضل وأرخص وأكثر وفرة طبيعيًّا تقوم بالعمل نفسه.. ولكنْ كيف نفتح مغاليق هذه الأسرار؟ يحدث الحفز بواسطة المعادن النفيسة على سطح جسيمات النانو الدقيقة، مما يعظِّم مساحة السطح المتاحة للتفاعلات الكيميائية، وبالأهمية ذاتها، يقلل كميات المعادن النفيسة اللازمة للحد الأدنى.

ولفهم عمليات التحفيز الكيميائي، ينبغي تتبع التفاعلات بين كواشف المواد (المتفاعلة) وذرات المعادن على سطح الجسيمات النانوية. يعاد تنظيم ذرات السطح لتقليل طاقة السطح ـ وهي خاصية تسمى «إعادة تركيب السطح» ـ كما تتفاوت التفاعلية والتفاعلات بين تلك الذرات والكواشف المتفاعلة، بحسب إعادة تنظيم ذرات السطح. إننا لا نجهل فقط هيئة بنية السطح، بل أيضًا ليس لدينا أساليب متينة للنظر في بنية معظم جسيمات النانو. ويمثل ذلك معضلة يشار إليها بمشكلة بنية النانو[3].

وحينما تنتظم الذرات في بنى دورية، كما لو كانت في رقعة شطرنج، فإنها تكون بلورات، نمتلك أدوات فعالة لتحديد موضعها. ومؤخرًا، بظهور مصادر أشعة سينكترون السينية الكثيفة الناجمة عن معجلات الجسيمات، تم توسيع استخدامات هذه الأساليب لدراسة ذرات السطح. ويمكن فعل ذلك ـ بشكل حاسم ـ حينما يكون تنظيم بنية (ذرات) السطح دوريًّا. وبوجود هذا التنظيم على مستوى نانوي فقط يكون غير مرئي، كما لو كنا معصوبي العيون. وهناك مقاربتان لمعالجة هذه المشكلة: إما تطوير أدوات للتعرف على البنى بالمستوى النانوي[4]، أو ترتيب الجسيمات النانوية في مصفوفة دورية مرتبة، ثم استخدام أدوات علم البلورات المتاحة[5].

إن مقاربة فرانز وزملائه البارعة هي تقديم الجسيمات النانوية على طبق جرافين (طبقة من الكربون بسُمك ذرة واحدة) مدعمة على سطح إريديوم مسطح ذريًّا. وهدية الطبيعة هي التباين الدقيق بين ركيزة الإريديوم وطبق الجرافين، حيث ينتج مصفوفة منتظمة من التموجات تُعرف بـ«نمط موير» في تموجات النسيج. وتمثل هذه المصفوفة حجمًا مثاليًّا لحضن جسيمات نانوية متطابقة، يتكون كل منها من 82 ذرة إريديوم[6] مرتبة دوريًّا وتتوجه بالهيئة ذاتها (الشكل 1)، وهذا هو المطلوب للتعرف على البنية البلورية. ويعني ذلك أنّ الغشاوة أزيلت عن أعيننا، وكشفت التفاصيل الكمية الدقيقة للجسيمات النانوية، وشمل ذلك طبيعة أسطحها والتحورات التي تحدث للبِنَى، نتيجةً لتفاعلاتها مع الركيزة.

ويمكن أن تكون لهذه النتائج تبعات بعيدة المدى في شأن فهم عملية التحفيز، إذا أمكن دراسة هذا النظام أثناء عملية التحفيز وإذا أمكن تتبع تغيرات البنية وكيمياء السطح بمختلف الظروف، كدرجات الحرارة المتغيرة. هناك مقاربات نظرية قوية متاحة لتتبع هذه التفاعلات، لكن لم يتم التحقق من هذه المقاربات مقابل التجارب، بسبب افتقاد نتائج تجارب واضحة ذريًّا تماثل هذه النتائج. كانت هذه هي الأخبار الجيدة. أما الأخبار السيئة.. فهي أنّ لدينا بنية جسيمات إريديوم نانوية طبيعيًّا، لكن ليس لدينا بنية البلاتين المستخدم صناعيًّا، الذي يقبع عزيزًا صعب المنال فوق الإريديوم مباشرة بالجدول الدوري.

ويأمل المؤلفون في تسخير هذا السحر في حالة البلاتين كذلك، لكن ذلك لم يتحقق بعد. يتطلب تكوين الجسيمات النانوية المرتبة دوريًّا ضبطًا دقيقًا لذرات المعدن والركيزة: وهو تطابق رائع قد لا يحدث، حيث قد تتشكل طبقة أحادية متجانسة تمامًا؛ أسوأ من أن تناسب المطلوب منها، ولن يستمر تموجها، وفقًا لنمط موير، ولن تكون دورية ومصطفة بالهيئة المطلوبة. وهناك كثير يمكن تعلمه من منظومة نموذج جسيمات الإريديوم. ومع ذلك.. يمكن أن نتوقع تأثيرًا أعظم بكثير إنْ أمكن تكرار هذه الحيلة، ليس فقط مع جسيمات البلاتين النانوية، بل عبر نطاق واسع من المواد، بحيث يمكن ربط الأداء التحفيزي بتغيرات الخواص البنيوية والإلكترونية.

وبرغم ما سبق، لا تُصنع المحفزات المستخدمة تجاريًّا هكذا. وفَهْم ما يحدث بأوعية التحفيز التجارية يتطلب دراسة البنية بالمستوى النانوي بموقعها على نحو واضح زمانيًّا ومكانيًّا في نظام معقد غير متجانس. هذه هي جبهة التعقيد التي ينبغي استكشافها، إذا أردنا تطوير المواد عالية الأداء الضرورية لتقنيات المستقبل في مجالات الطاقة، والبيئة، والصحة. وسيتطلب الأمر مزيجًا من الابتكار، ومن أدوات تجريبية ناشئة فعالة، وأساليب حاسوبية مستوثقة، إلى جانب هدايا الطبيعة. إننا نقترب من فعل ذلك، بل إن خطوات كالتي اتخذها فرانز وزملاؤه تقربنا أكثر فأكثر. ■

سايمون بيلينج يعمل بقسم الفيزياء التطبيقية والرياضات التطبيقية بجامعة كولومبيا في نيويورك؛ وقسم فيزياء المادة المتكثفة وعلوم المواد بمختبر بروكهيفن الوطني في أبتُن، نيويورك، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: sb2896@columbia.edu

1. Gates, B. C. *Chem. Rev.* **95,** 511–522 (1995).
2. Franz, D. *et al. Phys. Rev. Lett.* **110,** 065503 (2013).
3. Billinge, S. J. L. & Levin, I. *Science* **316,** 561–565 (2007).
4. Juhás, P., Cherba, D. M., Duxbury, P. M., Punch, W. F. & Billinge, S. J. L. *Nature* **440,** 655–658 (2006).
5. Jadzinsky, P. D., Calero, G., Ackerson, C. J., Bushnell, D. A. & Kornberg, R. D. *Science* **318,** 430–433 (2007).
6. N'Diaye, A. T., Bleikamp, S., Feibelman, P. J. & Michely, T. *Phys. Rev. Lett.* **97,** 215501 (2006).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أدوات بصرية

أبعاد ثلاثية بدون نظارات

إنّ تقنية العرض ثلاثية الأبعاد بلا نظارات ـ التي ابتُكرت مؤخرًا ـ قد تكون بديلاً جذابًا للحلول الحالية للأجهزة المحمولة. وتستخدم هذه التقنية تأثيرًا بصريًّا معروفًا لدى طلاب الفيزياء بالمدارس.

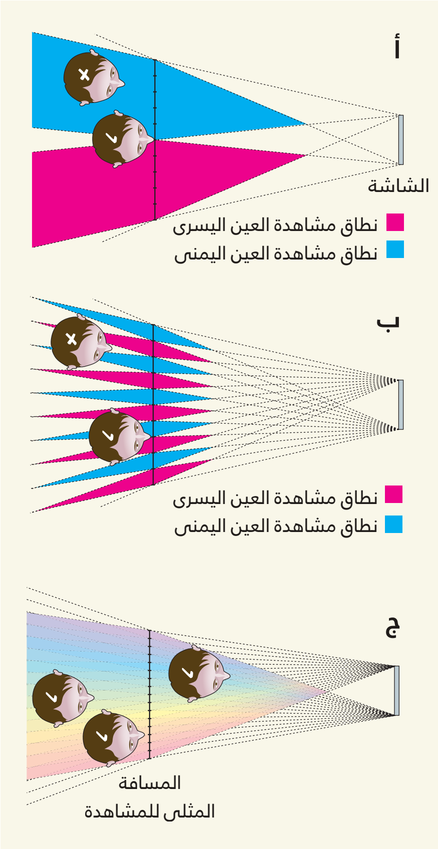
نيل أ. دودسُن

كلنا على دراية بالنظارات التي نرتديها حينما نشاهد سينما ثلاثية الأبعاد، غير أنها لا تلائم عدة استخدامات أخرى ممكنة للعرض ثلاثي الأبعاد. فهناك تقنيات عديدة تتيح مشاهدة ثلاثية الأبعاد بلا نظارات. ومؤخرًا، وصف فتّال وزملاؤه[1] جهازًا جديدًا للإضاءة، قد يجعل ذلك ممكنًا للأجهزة المحمولة.

يرى البشر العالم من حولهم مجسمًا، ذلك أن كل عين من العينين تبصر العالم باختلاف طفيف عن أختها، بسبب المسافة الفاصلة بينهما، التي تقدَّر بـ63 مليمترًا[2]. ويقوم الدماغ بعد ذلك بدمج المشهدين ضمن نموذج داخلي ثلاثي الأبعاد لكل ما نراه. ولا تقدم شاشات العرض التقليدية ثنائية الأبعاد سوى صورة واحدة مسطحة؛ مما يجعل كلتا العينين تريان الصورة نفسها على الشاشة. أما شاشة العرض ثلاثية الأبعاد، فلا بد من أن تقدم صورة مختلفة لكل عين.

وتعمل الأنظمة ثلاثية الأبعاد التي تعتمد على النظارات بعدة طرق، إحداها طريقة تدعى «الإغلاق النشِط»، حيث تُستخدم «مغاليق وامضة» سريعة في النظارات بالتزامن مع تبدّل خاطف متناوب لصور الشاشة، يمنةً ويسرةً، تنتج عنه صورة مختلفة لكل عين. وهي الطريقة التي تعمل بها معظم أجهزة التلفاز المنزلية ثلاثية الأبعاد. وهناك طريقة أقل تكلفة تعتمد أسلوب «الاستقطاب السلبي»[3]، حيث تستقطب عدستا النظارة باتجاه مختلف، وتقوم شاشة العرض بإظهار صورتين في الوقت ذاته، تتوافق كل منهما مع أحد اتجاهي الاستقطاب. وهي الطريقة التي تعمل بها معظم السينما ثلاثية الأبعاد منذ الخمسينات. ثم تأتي طريقة رخيصة ومبهجة، ممثّلة في الحل (الأسلوب) التجسيمي: النظارات الحمراء-الخضراء المألوفة[4]، حيث يتم إنتاج صورة كل عين باستخدام مرشِّحات (فلترات) من ألوان مختلفة، حمراء وخضراء. وقد استُخدمت هذه الطريقة التجسيمية في التجارب الأولى لأفلام ثلاثية الأبعاد في عام 1922، لكن سرعان ما وُجد أنها تسبب الصداع؛ مما دفع إلى التحول إلى الأنظمة المستقطَبة. هذا.. ولا يزال أسلوب التجسيم سائدًا كبديل رخيص، خاصة في الوسائط المطبوعة.

تأمَّل كيفية الحصول على الأبعاد الثلاثية بدون نظارات خاصة. سنحتاج إلى إرسال صورة مختلفة إلى كل عين، غير أن آلية تحقيق ذلك ينبغي أن تتم في آلة العرض ذاتها. وينبغي التحكم في اتجاهات البِكسلات (pixels) ـ وحدات استبانة الصورة الضوئية ـ فرادى. ففي آلات العرض التقليدية ثنائية الأبعاد تُرسل البكسلات الضوء في جميع الاتجاهات، أما آلة العرض ثلاثية الأبعاد، فهي بحاجة إلى بكسلات تبعث ضوءها في اتجاهات محددة بعناية؛ لضمان وصول ضوء مختلف إلى كل عين؛ مما يجعل عينَي المشاهد تريان صورًا مختلفة على الشاشة. قد تفترض أننا بحاجة فقط إلى تحديد اتجاهين فقط: واحد لكل عين (الشكل 1: أ، ب)، لكن ذلك التصور غير صحيح، لأن آلة العرض لا تعلم أين عينيك، وبالتالي، فعليها تزويدك بالصور بشكل



الشكل 1 | تأثيرات التجسيم الذاتي (الآلي). أ-ج، ثلاثة أمثلة على العرض ثلاثي الأبعاد، حيث التأثير ثلاثي الأبعاد متضمَّن في جهاز العرض نفسه، دون حاجة إلى ارتداء نظارات خاصة. **أ**، نطاقان للمشاهدة فقط، واحد لكل عين. المُشاهِد الذي يقع أنفه في الموضع الصحيح؛ يرى الصورة ثلاثية الأبعاد. وما عداه يرى الصورة بُعْدين فقط، بسبب وصول الصورة نفسها لكلتي العينين. **ب**، منظران فقط، لكن نطاقات المشاهدة تتكرر. فالمُشاهِد في الموضع الصحيح يرى الصورة ثلاثية الأبعاد. والمُشاهِد في الموضع الخطأ يرى شبه تجسيم (زائف) بسبب وصول الصورة الخطأ إلى كل عين. **ج**، 16 منظرًا. الجميع يرى الصورة ثلاثية الأبعاد. وهذا هو التأثير الناتج عن آلات العرض متعددة المناظر، ذاتية (آلية) التجسيم، حسبما يطرح فتّال وزملاؤه1.

يغطي كامل مجال المشاهدة؛ لتعطي تأثيرًا ثلاثي الأبعاد صحيحًا، بغض النظر عن موقع العينين.

ويكمن الحل المثالي في تمكين البِكسلات من عرض ألوان مختلفة في كل اتجاه محتمل. ويمكن الحصول على تلك النتيجة باستخدام تقنيات التجسيم، لكن حاليًا يصلح التصوير المجسم بالليزر عمليًّا في الصور الثابتة فقط. وللوصول إلى العرض القابل للتحديث، أو الفيديو ثلاثي الأبعاد، نحتاج أفضل المتاح بعد الهولوجرافيا: آلة عرض ثلاثية الأبعاد متعددة المناظر، آلية التجسيم. وهذا يعني استعمال آلة عرض تجسيمية (صورة مختلفة لكل عين) تعمل ذاتيًّا (لا تتطلب مشاهدتها ارتداء أداة خاصة)، وتعرض صورًا متعددة مختلفة على شاشة عرض واحدة، يُرى كل منها بحسب موقع المشاهد أمام الشاشة. ويوضح الشكل 1ج مثل آلة العرض هذه التي تتميز بإتاحتها 16 نطاق مشاهدة[5]، حيث تظهر في كل نطاق صورة مختلفة على الشاشة؛ فيرى كل مشاهد الصورة ثلاثية الأبعاد (صورة مختلفة لكل عين) كما يراها مجسمة من موقعه تحديدًا (صور مختلفة عند تحريك رأسك من جانب إلى آخر).

وهناك عدة طرق للوصول إلى هذه النتيجة بالنسبة لشاشات العرض الكبيرة: استخدام عناصر بصرية، مثل «مصفوفات مزدوجة التحدب»[6]، أو «حواجز اختلاف المنظر»[7] أمام شاشة البلور السائل (LCD)، أو وضع عدد من أجهزة تسليط الصورة على الشاشة خلف نظام عدسات كبير[8]، أو استخدام العرض الخاطف للصور، مقترنًا بـ«التبديل البصري المركب»[9]. وتُعدّ المصفوفات مزدوجة التحدب أسلوبًا ناجحًا نسبيًّا لاستخدامات الأبعاد الثلاثية المكتبية، فهي تتوفر على ميزة من حيث مكوناتها من العدسات المحدودبة (عدسات صغيرة أسطوانية متتاخمة) التي تصنع سطحًا رقيقًا أمام شاشة البلور السائل، مما يجعلها رخيصة التصنيع، لكنها تشارك «حواجز اختلاف المنظر» مشكلة خفض الاستبانة الأصلية لجهاز العرض بمُعامِل يكافئ عدد اتجاهات المشاهدة المختلفة.

وتُعَدّ لعبة «نينتيندو Nintendo 3DS» المثال الأكثر شيوعًا للشاشات المحمولة ثلاثية الأبعاد، وهي تستخدم نظام «حواجز اختلاف المنظر» لصنع نطاقي مشاهدة. وبوجود منظرين فقط، ينبغي للمستخدم أن يكون على مسافة مناسبة تقريبيًّا من الشاشة، مع وجود أنفه على الحد الفاصل بين النطاقين (المنظرين)؛ لضمان أن تشاهد كل عين المنظر المناسب لها. وطبيعة بصريات هذه الأجهزة تعني تكرار نطاقي المشاهدة مع حركة الرأس من اليسار إلى اليمين (الشكل 1ب). كما تم استخدام «مصفوفات مزدوجة التحدب»؛ لتوليد التأثير نفسه لغيرها من الأجهزة المحمولة.

ويطرح فتال ورفاقه مقاربةً مختلفة لإنتاج جهاز عرض متعدد المناظر ذاتي التجسيم. فهم يستخدمون موجهًا ضوئيًّا مقترنًا مع شبكات حيودية[1]؛ لتسيير الضوء في اتجاهات محددة. وقد استطاعت نماذجهم التوضيحية أن ترسل الضوء في أربعة عشر اتجاه مشاهدة مختلفًا، ويعتقدون أن بالإمكان الوصول بالتصميمات لتعطي 64 اتجاهًا. وهذا يعني أن أجهزتهم يمكن استخدامها لإنتاج عرض ذاتي التجسيم، يقدم 64 نطاق مشاهدة مختلفًا. وبهذا العدد من النطاقات، يضيق الفاصل بينها ليصبح أدنى من المسافة الفاصلة بين العينين؛ مما يعطي تأثيرًا ثلاثي الأبعاد، يتميز بالسلاسة، ويشابه مشاهدة مصوّر تجسيمي بالضوء الأبيض.

هذا.. وهناك تحديات مهمة، يتعين التغلب عليها، قبل أن نرى أدوات عرض تجسيمية في الأجهزة المحمولة. أولها، ينبغي التأكد من أن الأبعاد الثلاثية لن تخفض مستوى الاستبانة الحيزية. فمعظم الأجهزة المحمولة الحالية توفر بكسِلات بعرض 250 مايكرومترًا. أما نظام الإضاءة الجديد، فيوفر عناصر صورة لكل اتجاه مفرد بعرض 36 ميكرومترًا، مما يمكِّن نظريًا من حشد 48 اتجاهًا في حيز كل بكسل بمفرده. وهذا يبين أن الجهاز قد يتيح التحكم في الاتجاهات، دون فقدان الاستبانة الحيزية.

والأمر الآخر، هو أنه ينبغي لتأثير الأبعاد الثلاثية ألّا يقلل جودة الصورة. فالأمثلة المصورة في الدراسة تشير

إلى أنه ما يزال هناك عمل كثير لتحسين جودة الصورة لمستوى مقبول.

كما ينبغي أن تتيح الشاشة 64 صورة للعرض. وهو مطلب بسيط، رغم كلفته الحوسبية ـ باعتبار الصور المنتجة حاسوبيًّا ـ لكنه يبقى تحديًا دالًّا ينتظر عملًا يتناوله مباشرة.

وأخيرًا، يجب أن يتم تصنيع نظام الإضاءة الجديد بمهارة ومتانة وكميات كافية. وهو أمر يتعلق بالهندسة الدقيقة التي قد تأخذ وقتًا طويلًا. وهنا أتذكر تطوير شركة «تكساس إنسترومنْتس» لجهاز مرآة مجهرية رقمية استغرق تسع سنوات، ثم أصبح واسع الانتشار في أجهزة العرض الرقمية، حيث تم ابتكاره في 1987، ثم ظهر تجاريًّا لأول مرة في 1996. وقياسًا على ذلك.. إذا استطاع المؤلفون حل المشكلات العملية، فسيكون بين أيديهم بديل عالي الجاذبية لتقنيات العرض ثلاثي الأبعاد الحالية. وسوف يظل عالقًا في الذهن ذلك التساؤل الغامض عما إذا كان الناس يحتاجون أجهزة عرض ثلاثي الأبعاد، أم لا. إن الزمن هو الذي سيقول كلمته في هذا الشأن. ■

نيل أ. دودسُن يعمل بمختبر الحاسوب، جامعة كمبريدج، كمبريدج، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: neil.dodgson@cl.cam.ac.uk

1. Fattal, D. *Nature* **495,** 348–351 (2013).
2. Dodgson, N. A. *Proc. SPIE* **5291,** 36–46 (2004).
3. Land, E. H. US patent 2,099,694 (1937).
4. du Hauron, L. D. US patent 544,666 (1895).
5. Dodgson, N. A. *Appl. Opt.* **35,** 1705–1710 (1996).
6. van Berkel, C. & Clarke, J. A. *Proc. SPIE* **3012,** 179–186 (1997).
7. Konrad, J. & Halle, M. *IEEE Signal Process. Mag.* **24**(6), 97–111 (2007).
8. Kawakita, M. *et al. Proc. SPIE* **8288,** 82880B (2012).
9. Travis, A. R. L. *Appl. Opt.* **29,** 4341–4343 (1990).

البيولوجيا الجزيئية

الحلقات تعيد تشكيل عالَم الحمض النووي الريبي

يبدو أن تنوع جوانب الحمض النووي الريبي بلا حدود. فقد جاءت أحدث مفاجآته من جزيئاته الحلقية التي تُضاد وظيفة فئة أخرى من جزيئاته التنظيمية المجهرية.

كينيث س. كوسيك

يمكن تثبيط وظيفة ترميز البروتين في الحمض النووي الريبي المرسال (mRNA) بتقييده إلى متتابعات قصيرة من جزيئه المجهري (microRNA)، لكن كيفية حدوث التثبيط بفعل جزيئه المجهري ما زالت أمرًا غير مفهوم في حد ذاته. في مجلة «نيتشر»، قدَّم مؤخرًا مَمشاك وزملاؤه[1]، وهانسن وزملاؤه[2] وصفًا لأحماض نووية ريبية حلقية بالغة الاستقرار تقيِّد عدة نسخ من الحمض النووي الريبي المجهري؛ لإبطال تثبيط الجزيئات التي يستهدفها الجزيء المرسال.

والجزيء الحلقي (circRNA) المعنيّ هنا، الذي سماه ممشاك وزملاؤه CDR1as، وسماه هانسن وزملاؤه ciRS-7، يحتوي على حوالي 70 موقع تقييد ترتبط عندها الجزيئات المجهرية المحفوظة تطوريًّا RNA-7، التي تسمى أيضًا miR-7، وتشكل هذه الجزيئات الدائرية مركّبات معقّدة باتحادها مع بروتينات أرغونوت (AGO). وهي جزء من مركّب الإسكات الذي يُحفِّزه الحمض النووي الريبي، ويساعد جزيئاته المجهرية (microRNA) في التعرف على أهدافها من جزيئه المرسال (mRNA). وعندما تمكَّن ممشاك وزملاؤه من إنتاج جزيئات الـRNA الحلقية CDR1as/ciRS-7 من الإنسان في أجنة سمك حمار الوحش، كان لها التأثيرات المُشاهَدة ذاتها عند انخفاض التعبير الجيني للجزيء المجهري miR-7، أي قصور نمو الدماغ الأوسط. وإضافة إلى ذلك.. أشارت توقعات الباحثين ـ المبنية على قاعدة بيانات المعلوماتية الحيوية ـ إلى وجود آلاف الجزيئات الحلقية في الجينوم. ويتوافق هذا التقدير مع الدراسات السابقة[3,4].

إن قدرة الحمض النووي الريبي المجهري على تثبيط الأهداف لا تكاد تذكر. فمن جهة، يمكن لهذه المتتابعات استحثاث انقسام انشطاري لمتتابعات جزيئاته المرسال بواسطة بروتين أرغونوت يُطلق بفعل التكامل بين جزيء المرسال والجزيء المجهري عند النيوكليوتيدات 10 و11. وتدمير الهدف ـ الناجم عن ذلك التفاعل ـ يُطْلِق حرية الجزيء المجهري في التقيد بهدفه التالي على نحو تحفيزي. ومن ناحية أخرى.. قد تُثبِّط الجزيئات المجهرية ترجمة البروتين بتقييد أكثر استقرارًا لجزيء مرسال مستهدَف بشكل تكافؤي. وهذا يجعل من الهدف مخزونًا احتياطيًّا يمنع الجزيء المجهري من تثبيط أهداف الجزيء المرسال الأخرى. وهذه الآلية الأخيرة مؤشر على طريقة عمل الجزيئات الفطرية المتنافسة (ceRNAs). وهذه هي جزيئات الحمض النووي الريبي المرسال التي تشارك عناصر استجابة الجزيئات المجهرية (MREs) مع الجزيئات المرسال الأخرى، وبذا.. تتنافس على تقييد الجزيئات المجهرية التي تتشارك معها أيضًا عناصر استجابة الجزيئات المجهرية[5].

كجزيئات الحمض النووي الريبي الفطرية المتنافسة، تكون الأحماض الـRNA الدائرية بمثابة مخزون احتياطي من جزيئاته المجهرية. لكن، للجزيئات الحلقية مواقع تقييد عديدة بجزيء مجهري مُحدد، ومن ثم فهي مخصصة كليًّا لدورها في إيواء الجزيئات المجهرية. إن تقييد جزيء مجهري بجزيء فطري متنافس ليس فقط يمنع الجزيء المجهري من تقييد بقية عناصر استجابة الجزيئات المجهرية، بل قد يُثبِّط ترجمة الأجزاء المُرمِّزة للبروتين في الجزيئات الفطرية المتنافسة. وهكذا، بمقارنتها بالجزيئات الحلقية، تعمل الجزيئات الفطرية المتنافسة كنسيج أكثر تعقيدًا من الجزيئات المتفاعلة التي تحد من الترجمة. كما تقع المخزونات الاحتياطية الأخرى من المواقع المستهدفة على جزيئات مُميزة. وتشمل هذه الأهداف المقلدة جين IPS1 في نبتة الأرابيدوبسيس تاليانا[6]، والمتخفي ضمن أشباه الجينات (الزائفة)، مثل PTENP1 (المرجع 7)، وربما بمناطق «الطرف 3′» غير المترجمة من الجزيء المرسال التي يتم تعبيرها بشكل منفصل عن متتابعات ترميز البروتين المرتبطة بها[8].

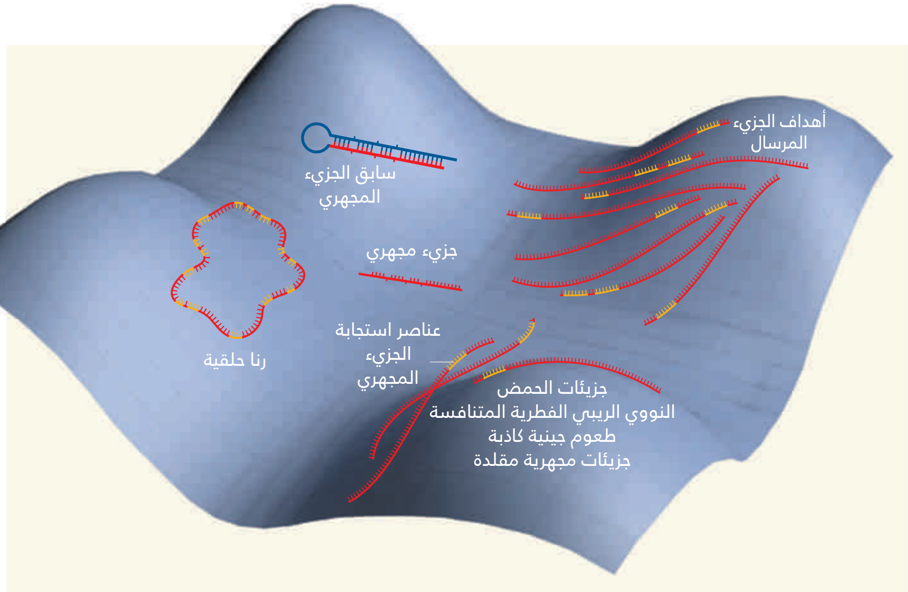
يعزز تحويل جزيء الحمض النووي الريبي حلقيًّا استقرار الجزيء بتجنب أي دور لإنزيمات محفِّزة للانفلاق الخارجي لجزيء الحمض، التي تعمل على الطرف الحر 3′ والطرف الحر 5′ لجزيء الحمض لتتمكن من فلقه. كذلك، بوجود عدة مواقع تقييد مخصصة لفلق جزيء مجهري واحد، يمكن لجزيء حلقي التقاط عديد من الجزيئات المجهرية من أهداف متعددة بضربة واحدة. وبالمثل، قد يؤدي تدمير الجزيء الدائري إلى إطلاق وابل من الجزيئات المجهرية التي تستهدف جزيئات مرسال متعددة مع عنصر استجابة الجزيئات المجهرية المشترك. لقد حدّد هانسن وزملاؤه آلية تدمير جزيء حلقي، يتقيد فيها الجزي المجهري miR-671 بالجزيء الحلقي asCDR1 و/أو ciRS-7 بتكامل أكبر من جزيء miR-7، ويستحث ـ بواسطة بروتينات أرغونوت ـ انفلاق هذا الجزيء الحلقي.

وتكشف المقاربة الصُّورية لدراسة تركيب الجزيئات المجهرية أن أكبر تغيرات بمستويات تعبيرها تحدث عند نقاط التحول أثناء النمو، أي تمايز الخلايا أو التسرطن[9]. وقد تصفى مزدوجات الجزيئات المرسال والجزيئات المجهرية عند هذه النقاط، وتستبدل بها جزيئات مجهرية مختلفة، بواسطة الجزيئات الحلقية. فمثلاً، كوسيلة غاشمة لكنس الجزيئات المجهرية، قد يتزايد تعبير الجزيئات الحلقية أثناء تمايز الخلايا الجذعية، وذلك لاحتواء المستويات العالية جدًّا من الجزيئات المجهرية التي تُعبِّر في الخلايا الجذعية. كما يمكنها أيضًا تنظيف الضفيرة المقابلة من الجزيئات المجهرية الناضجة، وقد تكون موجودة بأعداد كبيرة مفاجئة[10]، أو قد تؤدي وظائف علاجية لتحويل مسار الجزيئات المجهرية المرتبطة بالسرطان بعيدًا عن المسارات المسببة للسرطان. وفي جميع هذه الحالات، تحتجز الجزيئاتُ الحلقية الجزيئات المجهرية، وهكذا تظل هناك فجوة معرفية حول كيفية تدمير الجزيئات المجهرية.

ولأداء وظيفي أمثل، قد يكون عدد مواقع تقييد الجزيء المجهري لدى كل جزيء حلقي واقعًا تحت ضغط الاختيار لاجتذاب كافة تجمعات جزيئات مجهرية محدد من كل مواقعه المستهدفة. وإنْ كان الأمر كذلك، فإن عدد مواقع تقييد الجزيئات المجهرية على الجزيء الحلقي، مضروبًا في عدد نسخ الجزيء الحلقي في الخلية الواحدة، ينبئنا بالقوة الكلية لعناصر استجابة الجزيء المجهري لكل جزيء مجهري محدد. وتعمل جزيئات مجهرية عديدة في وجود عدد نسخ يعادل 10^3 نسخة لكل خلية. ويرجح أن هذا هو الحد الأدنى لعدد مواقع (تقييد) الجزيئات الحلقية المطلوب التخلص منها جميعًا. ولكي تتمكن الجزيئات الحلقية من الفوز ضد أهداف الجزيء المرسال في المنافسة على تقييد الجزيء المجهري، يجب أن تكون أكثر انجذابًا للجزيئات المجهرية. ويمكن تضمين انجذاب كبير في متتابعات الجزيء الحلقي بالديناميكا الحرارية، لكن قد يتطلب الأمر أيضًا فائضًا لمواقع تقييد الجزي المجهري المُرمَّزة لدى الجزيء الحلقي بالنسبة إلى العدد الإجمالي لعناصر استجابة الجزيء المجهري MREs الأخرى وثيقة الصلة بالخلية. وبالتأكيد، سيطرق بناة النماذج قريبًا هذا المجال.

ومستوى الكفاءة الذي أسهم في الحفاظ على كل جزيء تقريبًا من جزيئات النيكليوتيدات المجهرية ـ البالغة 21 جزيئًا ـ بلا تغير عبر مراحل التطور الرئيسة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | قيود التغير التطوري بجزيء الحمض النووي الريبي المجهري (microRNA). تقع جزيئات الحمض النووي الريبي المجهري في مستوى كفاءة محدَّد بتفاعلاتها العديدة، التي تشمل تفاعلاتها مع جزيئات (pre-miRNA) السابقة للجزيئات المجهرية (بشكل دبوس شعر)، وجزيئات المرسال المستهدفة، وجزيئات غيرها، تنهي أو تعدِّل تقييد الجزيئات المجهرية بالمتتابعات المستهدفة بواسطة المنافسة ضدها. وتشمل الفئة الأخيرة الجزيئات الفطرية المتنافسة (ceRNAs)، والطعوم الجينية الكاذبة، والجزيئات المجهرية المقلدة. وقد قدمت دراستان[1,2] جزيئات حلقية كعامل محدِّد آخر. ويشير تعبير MRE إلى عناصر استجابة الجزيئات المجهرية.

يشمل الجزيئات الحلَقية (الشكل 1). والضغط الانتخابي على كل نيوكليوتيد من نيكلويوتيدات الجزيئات المجهرية مرتفع بلا شك: فمتتابعة الجزيء المجهري يجب أن تقرن القواعد أزواجًا بنفسها؛ لتشكيل الجزيء المجهري الأسبق (شكل دبوس الشعر)؛ وينبغي أن تقترن كزوج بالجزيء المرسال المستهدف؛ كما ينبغي أن تقترن كزوج بمواقع التقييد التي تُنهي تفاعل الهدف، أو تُعدِّله. وبرغم العدد الهائل من متتابعات الجزيء المجهري المحتملة، إلا أن قدر التغير الضئيل بالجزيء المجهري يقتضي أن الحيز التطوري المتاحة للحلول المبتكرة محدود. وبمعنى آخر.. لقد قاربت الجزيئات المجهرية الكمال الجزيئي، فعبر تطور الحيوان، تفاعلت الطبيعة مع متتابعات مجموعة ثابتة نسبيًّا من جينات الترميز، بينما اعتمد ابتكار الجزيئات المجهرية بشكل أكبر على ابتكار متتابعات جديدة تمامًا[11]. ولعل السهولة التي ينشأ بها الجزيء المجهري الأسبق (شكل دبوس الشعر) كعناصر تنظيمية محتملة ـ إلى جانب انسجامها «رقميًّا» مع ثروة من متتابعات جينومية غير ترميزية، بما في ذلك الجزيئات الحلقية ـ قد تؤدي دور محرك التطور.

إنّ هناك حاجة إلى نظام تسمية أفضل للجزيئات الحلقية.. فمصطلح الجزيء الحلقي «ciRS-7» يعني التقيد بالجزيء المجهري «miR-7»، ويُفترض بالتالي أن الجزيئات الحلقية الأخرى بهذه الفئة ستصطف بدقة مع جزيء مجهري واحد. ويفترض مصطلح «CDR1as» أن الجزيئات الحلقية ستحمل بعض الشبه بجين محدد الهوية. وفي هذه الحالة، تكون متتابعة مُكمِّلة لجين مرتبط بتدهور المخيخ. وبوجود آلاف الجزيئات الحلقية في الجينوم، فإنها تتطلب نظام ترقيم خاصًّا، أقترح أن يُسمَّى circR-1. ■

كينيث س. كوسيك يعمل بمعهد أبحاث علم الأعصاب، وبقسم البيولوجيا الجزيئية والخلوية والتطورية، جامعة كاليفورنيا، بسانتا باربارا، كاليفورنيا، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: kosik@lifesci.ucsb.edu

1. Memczak, S. *et al.* **495,** 333–338 (2013).
2. Hansen, T. B. *et al. Nature* **495,** 384–388 (2013).
3. Danan, M., Schwartz, S., Edelheit, S. & Sorek, R. *Nucleic Acids Res.* **40,** 3131–3142 (2012).
4. Salzman, J., Gawad, C., Wang, P. L., Lacayo, N. & Brown, P. O. *PLoS ONE* **7,** e30733 (2012).
5. Tay, Y. *et al. Cell* **147,** 344–357 (2011).
6. Franco-Zorrilla, J. M. *et al. Nature Genet.* **39,** 1033–1038 (2007).
7. Poliseno, L. *et al. Nature* **465,** 1033–1038 (2010).
8. Mercer, T. R. *et al. Nucleic Acids Res.* **39,** 2393–2403 (2011).
9. Neveu, P. *et al. Cell Stem Cell* **7,** 671–681 (2010).
10. Zhou, H. *et al. Nucleic Acids Res.* **40,** 5864–5875 (2012).
11. Tarver, J. E., Donoghue, P. C. & Peterson, K. J. *BioEssays* **34,** 857–866 (2012).

السرطان

تحوُّل استقلابي

تؤدي طفرات الإنزيم نازع هيدروجين الإيزوسترات إلى تراكم مستقلب معين، يبدو أنه يعزز نشوء السرطان بتأثيره على الحالة اللاجينية للخلايا، لكن اتجاه التأثيرات قابل للعكس؛ مما يلمح إلى أهداف علاجية ممكنة.

أبيجيل س. كرول، وهيذر ر. كريستوفك

أدى اكتشاف الارتباط بين السرطان وطفرات إنزيمات الأيض (الاستقلاب) إلى تغذية مفهوم أن لتبدل الاستقلاب الخلوي دورًا في نشوء السرطان. فمثلًا، في أورام الدماغ وسرطانات الدم، يشيع العثور على الطفرات الحاصلة في نازع هيدروجين الأيزوسترات 1 و2. هذه الطفرات تجعل الإنزيمات تنتج المشابه الضوئي اليميني (إنانشيومر-R) لمستقلَب يسمى 2-هيدروكسيجلوتارات (2HG)، يمكنه التراكم في النسج[1,2]. وكان لوسمان وزملاؤه[3] قد نشروا بمجلة «ساينس» أن وجود هذا المستقلَب وحده يمكن أن يعزز ظهور خصائص معينة في الخلايا، تشبه خصائص السرطان. وقد أظهروا أيضًا أن خصائصه المعززة للسرطان قابلة للعكس، مما يشير إلى أن العلاجات التي تستهدف طفرات نازع هيدروجين الأيزوسترات قد تحسّن مآلات المريض.

إنّ وظيفة نازع هيدروجين الأيزوسترات 1 و2 (IDH1 وIDH2) في السيتوبلازم وفي دورة حمض ستريك (حمض الليمون) ـ على التوالي ـ هي تحويل الأيزوسترات إلى α-كيتوجلوتارات (الشكل 1). يُذكر أن أكثر من 75% من أورام الدماغ، وحوالي 20% من اللوكيميا النخاعية الحادة تؤوي طفرات تحولية في 1-أيزوسترات و2-أيزوسترات[4,5] وهذه تضفي على الإنزيم قدرته على اكتساب وظيفة جديدة لتحويل α-كيتوجلوتارات إلى 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني R-(2HG)[1,2] مما يوحي بأن هذه الطفرات تحوّل الخلايا بطرق تسهم في نشوء الأورام.

اختبر لوسمان وزملاؤه هذا المفهوم باستحثاث تعبير نسخة طافرة (متحورة) مرتبطة بالسرطان من أيزوسترات1- في كريات دم حمراء غير ناضجة. ولاحظوا بعدها أن هذه الخلايا تمكنت من النمو، برغم غياب عوامل نمو معينة أساسية لنمو هذه الخلايا، وأن تمايزها إلى خلايا ناضجة تعرَّض بدوره للضعف، وكلا الأمرين علامة مميزة لخلايا اللوكيميا (سرطان الدم). كذلك، تَبيَّن أن إضافة 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني القادر على اختراق غشاء الخلية إلى خلايا بلا طفرات في إنزيم نازع هيدروجين الأيزوسترات، أحدثَ التأثيرات نفسها، مما يشير إلى أن هذا المستقلَب هو عامل التحول، وهو مستقلب سرطاني أصيل.

والإنزيمات نازعة الأكسجين، المعتمدة على α-كيتوجلوتارات كعامل مساعد، تؤدي وظائف بعمليات خلوية متنوعة، كالتأقلم مع مستويات منخفضة من الأكسجين مثلًا، أو تعديلات لاجينية (تغيرات من الميثلة methylation إلى الحمض النووي أو بروتينات الهيستون المرتبطة المنظمة للتعبير الجيني، دون تغيير تتابعات الحمض النووي). تتشابه بنية α-كيتوجلوتارات مع 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني الذي يعزز فعاليات بعض هذه الإنزيمات بأن يحل محل α-كيتوجلوتارات[6]، ويثبط فعاليات أخرى بمنافسة α-كيتوجلوتارات للتقيد بالموقع النشيط[7]. فمثلاً، نجد أن 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني يثبط نازع الأكسجين TET2 (المرجع 7)، الذي تؤدي فعاليته إلى إنقاص ميثلة الحمض النووي. كما يثبط بعض الإنزيمات نازعة ميثيل الهيستون، مثل إنزيمات KDM 7،8.

ينتج عن تثبيط هذه المعدلات اللاجينية «بصمات فرط ميثلة» الحمض النووي والهيستون؛ مما قد يغيّر التعبير الجيني بما يعوق التمايز الخلوي[9-11]. وبناءً على ما سبق، يُعتقَد أن طفرات نازع هيدروجين الأيزوسترات تعزز السرطان بتعديل الإيبيجينوم (epigenome) ـ خريطة المنظومة اللاجينية ـ للحفاظ على الخلايا بحالة تشابه الخلايا الجذعية.

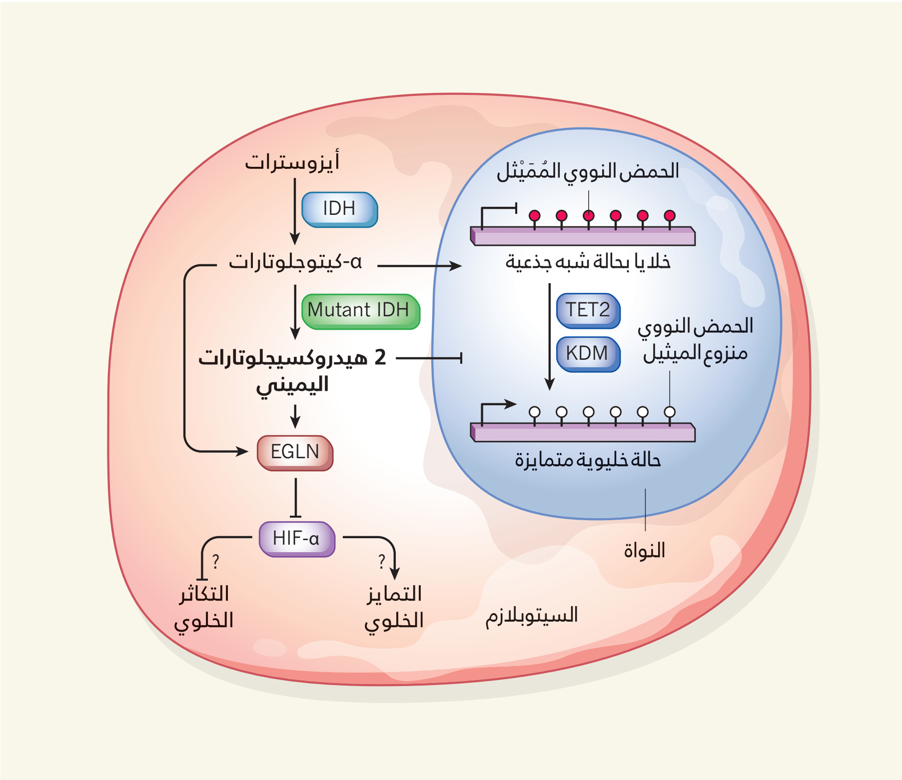
في سلسلة من التجارب الحاسمة، قدم لوسمان وزملاؤه الدليل على أن 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني يحوّل الخلايا عن طريق تثبيط فعالية نازع الأكسجين TET2، إذ وجدوا أن منع نشاطه في الخلايا اختصر استقلال عامل النمو بوساطة 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني، كما أنه أضعف التمايز، مما يدعم الترجيح القائل إن تثبيط TET2 وما ينتج عنه من تغييرات لاجينية يسهم في التحويل الذي يستحثه 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني.

بيد أن الباحثين عزلوا نازع أكسجين مهم معتمد على α-كيتوجلوتارات، ويجب أن تستمر فعاليته، كي يحصل التحول السرطاني في خلايا الدم عبر وساطة 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني. هذا الإنزيم هو EGLN (إيجلن)، الذي يميز عامل النسخ HIF-α للتفكيك (الشكل 1). وتم توضيح هذا الجزء من اللغز عندما لاحظ لوسمان وزملاؤه أن المشابه الضوئي اليساري (S)-2HG لـ«2-هيدروكسيجلوتارات» لا يعزز نشوء اللوكيميا، مع أنه يثبط TET2 ونازعات ميثيل الهيستون بفاعلية أكثر من 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني[6,7]. وبالتالي، يبدو محتملًا أن 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني يعزز التحولات الخلوية بتعديل نشاط نازع أكسجين آخر.

وتمّ مؤخرًا تبيان أن 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني يفعِّل إنزيم إيجلن (EGLN)، بينما 2-هيدروكسيجلوتارات اليساري يثبطه6. وبالتالي، علل لوسمان وآخرون ذلك بأن تحولات اللوكيميا الناتجة من نازع هيدروجين الأيزوسترات الطافر أو 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني قد تتطلب نشاط إيجلن. ولتأكيد هذا الافتراض، لاحظوا أن التقليل من إنزيم إيجلن اعترض التحولات بواسطة نازع هيدروجين الأيزوسترات الطافر، أو فقدان TET2. وبرغم إظهار الباحثين أن تثبيط TET2 كاف للتحوّل، وأن نشاط إنزيم إيجلن ضروري للتحول بواسطة 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني، لكن فكرة أن تثبيط TET2 ضروري للتحول بواسطة 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني لا تزال قيد النظر.

واعتماد نازع هيدروجين الأيزوسترات الطافر على نشاط إيجلن أثناء نشوء اللوكيميا أمر مفاجئ، إذ إنه يناقض الرؤية التقليدية القائلة إن بروتين HIF-1α يعزز السرطان، لكن أظهرت دراسات سابقة ما يدعم نتائج لوسمان وزملائه، وهو أن بروتين HIF-1α قادر على تثبيط تكاثر خلايا اللوكيميا، ويستحث تمايز الخلايا النخاعية[12]. يحدث هذا في غياب شريكه عامل النسخ HIF-1β، ويبدو أنه يعتمد فعليًّا على CEBPα، وهو عامل نسخ حاسم لتمايز الخلايا الدموية[13]. ولا تزال الحاجة ماسّة إلى مزيد من الدراسات؛ لتحديد إنْ كان فقدان HIF-α عاملًا أساسيًّا في التحول بواسطة 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني، أم لا.

والأهم.. أن لوسمان وزملاءه أظهروا أن اتجاه التغيرات السرطانية التي يحدثها 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني قابل للعكس، وبإزالتها؛ استردت الخلايا اعتمادها على عوامل النمو وقدرتها على التمايز، حتى بعد فترة طويلة من التعرض للمستقلَب. وإمكانية انعكاس التغيرات السرطانية هذه مهمة جدًّا وأساسية، لأن نازع الهيدروجين الطافر قد يحوّل الخلايا بتبديل الأيبيجينوم (خريطة المنظومة اللاجينية). لذلك.. تثير الطبيعة المستقرة والمتوارَثة للتعديلات اللاجينية بعض المخاوف من أنّ استهداف نازع هيدروجين الأيزسترات الطافر غير مؤثر علاجيًّا، لكن لو نتج أيضًا عن إزالة 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني عكس لبصمات فرط الميثلة، فسيشير هذا إلى أن التعديلات اللاجينية المتصلة بالتحول الناجم عن وساطة نازع الهيدروجين الطافر هي ديناميكية بأكثر مما كان يُعتقد سابقًا. ومن ناحية أخرى.. قد تنشأ خصائص الخلايا المتحولة من وظائف شاذة لمعدِّلات لاجينية ـ مثل TET2 ـ أو من أنشطة إنزيمات أخرى متأثرة بالمشابه الضوئي (R)-2HG اليميني كإنزيم إيجلن.



الشكل 1 | مستقلب سرطاني. يمكن لطفرات المستقلب نازع هيدروجين الأيزوسترات (IDH) الذي يحوّل الأيزوسترات إلى α-كيتوجلوتارات أن تؤدي إلى تراكم مستقلب لا شأن له بالحالة الطبيعية: هو 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني ((R)-2HG). ويبين لوسمان وزملاؤه[3] أن وجود مستقلب 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني يجعل الخلايا مستقلة عن عوامل النمو، وتفقد كذلك قدرتها على التطور من حالة الخلايا الجذعية إلى حالة التمايز الخليوي التام، وكلاهما سمتان لخلايا اللوكيميا. وتدل بيانات المؤلفين على أن سبب حدوث ذلك هو أن المستقلب يُضعِف فعالية الإنزيمات المعتمدة على α-كيتوجلوتارات، مثل TET2، وKDM اللذين يعززان التمايز بإزالة الميثلة من الحمض النووي وبروتينات الهيستون المرتبطة به لتبديل التعبير الجيني. ويُظْهِر المؤلفون أيضًا أن التغيرات الخلوية بواسطة المشابه الضوئي اليميني (R)-2HG تعتمد على نشاط إنزيم إيجلن EGLN، وهو إنزيم آخر يستخدم α-كيتوجلوتارات كعامل مساعد . ويميّز إنزيم إيجلن عاملَ النسخ HIF-α للتفكيك، لكنه مرتبط عادة بنشوء السرطان. ولذلك.. فإن دور إنزيم إيجلن في تعزيز السرطان بواسطة مستقلب 2-هيدروكسيجلوتارات اليميني ما زال غير واضح.

وتشير الأدلة المتزايدة إلى ترابط الحالات الاستقلابية والخليوية اللاجينية، نظرًا إلى أن معدِّلات لاجينية عديدة تعتمد على المستقلَبات كعوامل مشاركة، أو كركائز، فإن الحالة الاستقلابية للخلية يمكنها التأثير على حالتها اللاجينية. وبالإضافة إلى هذا.. تنظم التعديلات اللاجينية عمليات خليوية عديدة محورية بالنسبة إلى نشوء السرطان. وتجمع دراسة لوسمان وزملائه بين السرطان والاستقلاب والوراثة اللاجينية بإظهار أن المستقلَب الذي ينتج من شذوذ جيني قد يعزز السرطان، ربما عن طريق تغيير المشهد اللاجيني للخلية، لتعديل التعبير الجيني. وباستكمال دراسة العلاقة الحركية الترابطية بين الاستقلاب والوراثة اللاجينية، سيتوصل العلماء إلى فهم أفضل لكيفية تطور السرطان؛ وبالتالي إلى خيارات علاجية أفضل. ■

أبيجيل س. كرول و**هيذر ر. كريستوفك** تعملان بقسم الفارماكولوجيا الجزيئية والطبية، جامعة كاليفورنيا، لوس أنجيليس، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: akrall@ucla.edu
hchristofk@mednet.ucla.edu

1. Dang, L. *et al. Nature* **462,** 739–744 (2009).
2. Ward, P. S. *et al. Cancer Cell* **17,** 225–234 (2010).
3. Losman, J. A. *et al. Science* http://dx.doi.org/10.1126/science.1231677 (2013).
4. Parsons, D. W. *et al. Science* **321,** 1807–1812 (2008).
5. Mardis, E. R. *et al. N. Engl. J. Med.* **361,** 1058–1066 (2009).
6. Koivunen, P. *et al. Nature* **483,** 484–488 (2012).
7. Xu, W. *et al. Cancer Cell* **19,** 17–30 (2011).
8. Lu, C. *et al. Nature* **483,** 474–478 (2012).
9. Figueroa, M. E. *et al. Cancer Cell* **18,** 553–567 (2010).
10. Turcan, S. *et al. Nature* **483,** 479–483 (2012).
11. Moran-Crusio, K. *et al. Cancer Cell* **20,** 11–24 (2011).
12. Song, L.-P. *et al. Oncogene* **27,** 519–527 (2008).
13. Friedman, A. D. *Oncogene* **21,** 3377–3390 (2002).

H.R.C. declares competing financial interests: see go.nature.com/8p7lek for details.

علم الفلك

أمطار حلقة زحل

يحمل الغلاف الجوي لكوكب زحل صورة كامنة لحلقاته الجليدية، فقطع الثلج المائي المشحونة كهربيًّا يتم نقلها بامتداد خطوط المجال المغناطيسي للقوة من مصادرها في مستوى الحلقة إلى الغلاف الجوي العلوي للكوكب.

جاك كونيرني

ظل منشأ حلقات كوكب زحل وتطورها مشكلة محيرة، لا سيما خلال عقود استكشاف الكواكب العديدة الماضية، وإحدى المسائل التي لها آثار واضحة تتصل بتكوين النظام الشمسي. وبرغم ما تم إحرازه من تقدم في فهم ديناميات نظام الحلقات ـ رصدًا وتنظيرًا ـ ظلت الأسئلة الكبرى بلا إجابة.. كيف، ومتى تشكلت حلقات زحل؟ أيمكن أن تكون البقايا الباقية من نظام حلقي أضخم تَشَكَّل منذ 4.5 مليار سنة[1] عاصر القرص الغازي الأصلي (البدائي) الذي تَكَثّف ليشكل زحل؟ أم أن الحلقات حديثة العهد نسبيًّا، قُل عمرها زهاء مئة مليون سنة، لم تكتنفها تركيبة آليات تفرقها[2] وتعتمها[3] وتسبب تآكلها[4-6]؟ إن الأرصاد التي حصل عليها أودونوهيو وزملاؤه[7] عن طريق تليسكوب كيك (Keck)، ونُشرت مؤخرًا بمجلة «نيتشر»، تنذر بآلية تآكل كهرومغناطيسي، تفرغ كتلة الحلقات بعيدًا، وتُرسبها بالغلاف الجوي العلوي للكوكب. وهي عملية قد تفسر بعض البنى الغريبة بالحلقات[4-6].

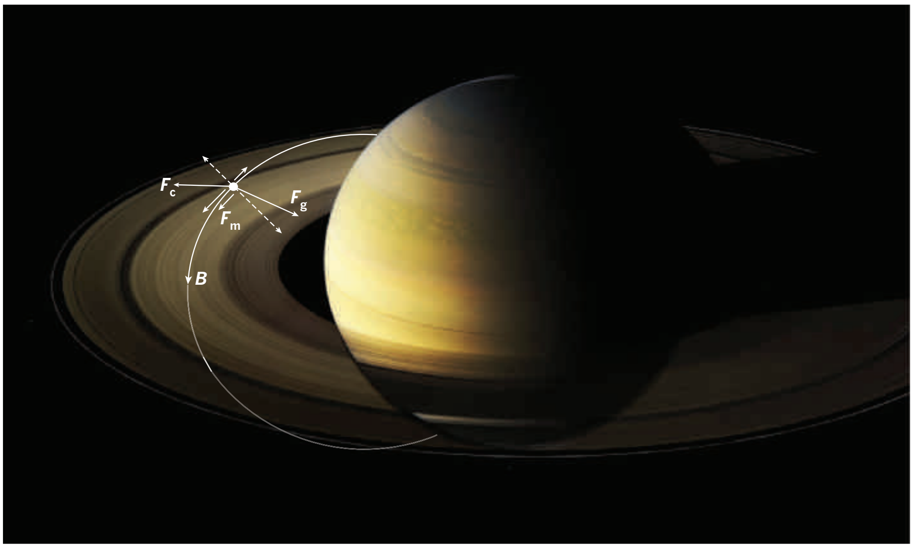
تتشكل حلقات زحل من موجودات جليد الماء النقي تقريبا بكل الأحجام، من حبيبات دون الميكرومتر حجمًا إلى قُمَيْرات بأبعاد كيلومترية. ومع ذلك.. فالغالبية العظمى من كتلة الحلقة ـ التي تكافئ كرة جليد بقطر 500 كيلومتر ـ تنحصر في موجودات تتراوح أحجامها بين سنتيمترات إلى بضعة أمتار[8]. تقبع هذه الموجودات بالمدار الكبلري حول زحل، وحركتها تقع ضمن مجال فيزياء نيوتن (الميكانيكا الكلاسيكية). وبالفعل، فعديد من سمات الحلقات المثيرة للاهتمام قد تُفسَّر وفق ديناميات مجموعة موحدة من الجسيمات المتصادمة المنجذبة لبعضها البعض، مقيدة إلى قرص رقيق في مدار حول جسم مركزي، تتصرف كالغاز الكثيف، متسمةً باللزوجة والحرارة والضغط[9]. وقد يتطلب الأمر نماذج ديناميكية مائية وجاذبية مقترنة، وحاسوبًا سريعًا، لوصف الحركة الجمعية للجسيمات الكثيرة جدًّا، لكنها تظل مسألة ميكانيكا كلاسيكية.

وعلى نقيض ذلك.. ستكون حركة جسيمات الجليد بالغة الصغر (دون الميكرومتر حجمًا) مختلفة تمامًا، فإذا اكتسبت شحنة كهربية كافية، مثلًا عن طريق التأين الفوتوني (الضوئي)، أو التعرض لبلازما كثيفة ناشئة عن صدمة نيازك دقيقة، فالجسيمات عالية النسبة بين شحنتها وكتلتها (تكفي شحنة إلكترون واحد لكل ألف جزيء ماء) تلتف حول الخطوط المغناطيسية للقوة؛ استجابةً لقوة لورنتس المغناطيسية، التي تعمل في اتجاه عمودي على المجال المغناطيسي. وحركة مثل هذا الجسيم يمكن وصفها بأنها مركّبة من حركة دائرية حول الخط المغناطيسي للقوة، وحركة «مركز التوجيه» هذا بامتداد المجال المغناطيسي. في جوهرها، الجسيمات مقيدة بالحركة بامتداد المجال المغناطيسي كخرزة في سلك (الشكل 1). وهذه الجسيمات ستنزلق بطول المجال المغناطيسي؛ استجابة لمُرَكّبات قوى الجذب والطرد الموازية للمجال المغناطيسي، واستجابة لقوة ثالثة، هي قوة «المرآة المغناطيسية»، الموازية للمجال المغناطيسي، وتشير في اتجاه قوة المجال المغناطيسي الأضعف (نحو «خط الاستواء المغناطيسي»). والقوة الأخيرة هي دالة بسيطة في سرعة الجسيمات بالنسبة إلى المجال المغناطيسي.

في حالة أي كوكب آخر ممغنط، مثل تلك القوى سوف تشتت سريعًا الجسيمات الصغيرة للحلقة التي تكتسب شحنة، لكن زحل كوكب فريد بين كل الكواكب الممغنطة في النظام الشمسي، من حيث تماثل مجاله المغناطيسي حول محور دورانه[10،11]؛ أي يوجد زوج فريد من خطوط العرض المقترنة، شمالاً وجنوبًا، تنتظم حسب مسافة نصف قطرية محددة بمستوى الحلقة. والكتلة المفرغة من الحلقات في صورة جزئيات عالية النسبة بين الشحنة والكتلة، وإذا لم تُرَد إلى الحلقات، ويعاد استيعابها، ينبغي أن تُودع على خطوط عرض خاصة بالغلاف الجوي[12] لكوكب زحل (اقتران مستوى الحلقة). أمّا معدل تآكل كتلة الحلقة الراهن، باعتباره دالة في المسافة نصف القطرية بمستوى الحلقة، فيمكن قراءته[13] من الاختلاف مع خط عرض تدفق الماء عند أعلى غلاف زحل الجوي، إنْ أمكن لأحد قياسه.

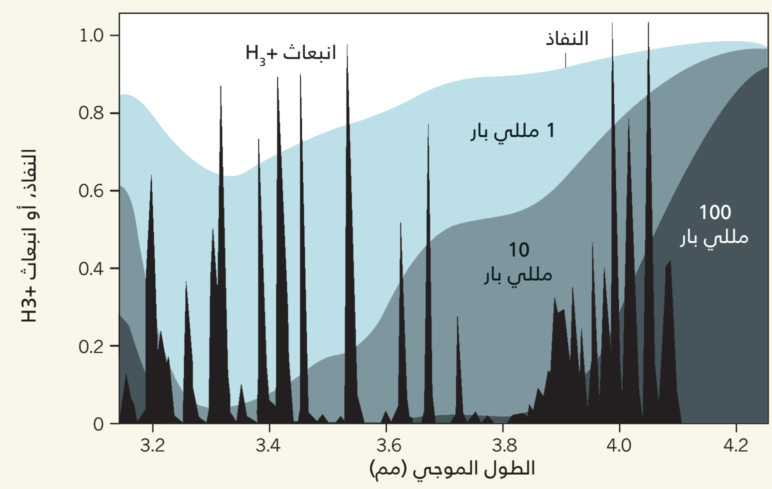
لم يقس أودونوهيو وزملاؤه تدفق الماء، لكنهم رصدوا وكيلاً (مؤشرًا) جيدًا له: أي انبعاثات الأيون H_3^+. ويبسِّر الماء الداخل للغلاف الجوي العلوي تهجينًا كيميائيًّا سريعًا لأيونات الأيونوسفير الكبير (الغلاف العلوي المتأين) بواسطة تبادل الشحنة[14]. لذا.. فإن نضوب كثافة الأيون- H_3^+ ستلاحَظ عند خطوط العرض التي تتلقى ماءً أكثر. وتُظْهِر قياسات الباحثين بوضوح أن إمدادات الماء ـ بامتداد خطوط المجال المغناطيسي إلى الأيونوسفير ـ تكون من مصادر بامتداد مستوى الحلقة، أي أمطار الحلقة، كما يطلَق عليها. ويتضح أيضًا أن فجوات الحلقات مصادر ضعيفة، وهو أمر غير مفاجئ، نظرًا لقلة مادة الحلقات المعرّضة للتآكل أصلاً. وأظهرت قياسات الباحثين أيضًا أن معدل تآكل الحلقة الحالي (كدالة في مسافة نصف قطرها) يختلف عن ذلك الذي كان يُعتقد أنه شكل الحد بين «الحلقة سي» و«الحلقة بي»[4]، والشفافية[5،6] الداخلية للحلقة بي على مدى عشرات ملايين السنين من التطور. وليس واضحًا بعد إنْ كان الماء قد انتقل في شكل أيونات، أم بفاعلية أكثر في صورة حبيبات مجهرية مشحونة بأحجام دون الميكرومتر. ويبقى هناك عمل كثير ينبغي إنجازه قبل التوصل إلى معدل تآكل الكتلة، كميًّا، من كثافات انبعاث H_3^+ بسبب صعوبة مضاهاة الاختلافات المرصودة في كثافة إلكترون الأيونوسفير بدقة[15،16]، بنماذج تستخدم تدفق الماء الدخيل[17،18].

إن إمكانية تقنية الرصد هذه لتحسين فهمنا عن التآكل الكهرومغناطيسي لحلقات كوكب زحل مثيرة بشكل خاص. ومنطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة في الطيف الكهرومغناطيسي حافلة بعديد من خطوط غير مترابطة لانبعاث H_3^+ تمتد باتساع نطاق امتصاص الميثان (الشكل



الشكل 1 | حلقات زحل ومجال مغناطيسي. يُرَى خط مجال مغناطيسي يمر عبر الحلقة بي «السميكة بصريًّا». جسيم مشحون كهربيا مقيد بالحركة بامتداد المجال المغناطيسي (B) في استجابة لمكونات قوى الجذب والطرد (F_g, F_c) الموازية للمجال المغناطيسي، ولقوة «المرآة المغناطيسية» (F_m). تمثل المتجهات المتقطعة مكونات القوى F_g، وF_c في الاتجاه العمودي على B. تشير المتجهات الصغيرة المتصلة إلى مركبات موازية للمجال المغناطيسي B. رصد أودونوهيو وزملاؤه[7] نقصًا في انبعاثات أيون—H_3^+ من منطقة الغلاف الجوي لزحل، المرتبط مغناطيسيًّا بالحلقات، مما يشير إلى نقل الماء بامتداد خطوط المجال المغناطيسي من الحلقات إلى الغلاف الجوي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 2 | نفاذ الغلاف الجوي لزحل وخطوط انبعاث H_3^+ في الأشعة الحمراء القريبة. ترى النفاذ موضحًا لمستويات 1 و10 و100 مللي بار من الضغط الجوي، تبعًا لعمق متزايد باضطراد في الغلاف الجوي لزحل. وفي هذه المنطقة من الطيف، تم إضعاف الضوء من أسفل (شاملًا ضوء الشمس المنعكس) كثيرًا بالامتصاص بسبب الميثان؛ ولذلك يبدو الكوكب معتمًا. يهرب انبعاث H_3^+ الناشئ فوق المستوى الذي يوجد عنده الميثان بدون إضعاف. ويمكن رؤية خطوط انبعاث H_3^+ في هذه المنطقة من الطيف مقابل خلفية الكوكب المظلمة، ما يجعل الأشعة تحت الحمراء القريبة تمثل أرضية مثالية لصيد انبعاثات H_3^+ المميزة.

2). وبالاختيار الحكيم لخطوط الانبعاث، ستتيسر إمكانية تصوير H_3^+ الأيونوسفير بنسبة عالية بين الإشارة والضجيج، مقابل قرص كوكبي معتم، بسبب امتصاص الميثان بدرجة أعمق بالغلاف الجوي. وكلّ المطلوب تليسكوب بفتحة كبيرة فعالة، ووقت للتكامل.

إنّ حلقات زحل كما تشاهَد حاليًا قد تحمل شبهًا قليلًا بتلك الحلقات أصلًا. لقد تطورت كثيرًا، شأنها في ذلك شأن نظامنا الشمسي، وإنْ كان في فترة زمنية أقصر[2،4،14]. ولفَهْم متى وكيف تكونت، يحتاج المرء إلى فهم العمليات التي شكلت الحلقات التي نراها اليوم. وإحدى تلك العمليات ـ التآكل الكهرومغناطيسي ـ ألقت صورة للحلقات على قرص زحل[7]، وربما تركت مفاتيح في الحلقات أيضًا[4-6]. وإنْ كان الأمر كذلك، فهذه الحلقات اللامعة لم تبح بعد بقصتها، بلغة كل من نيوتن، ولورنتس. ■

جاك كونيرني يعمل في مختبر المجالات المغناطيسية الكوكبية، مركز جودارد للطيران الفضائي، التابع لإدارة الملاحة الجوية والفضاء "وكالة ناسا"، جرين بيلت، ميريلاند، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: jack.connerney@nasa.gov

1. Canup, R. M. *Nature* **468,** 943–946 (2010).
2. Salmon, J., Charnoz, S., Crida, A. & Brahic, A. *Icarus* **209,** 771–785 (2010).
3. Cuzzi, J. N. & Estrada, P. R. *Icarus* **132,** 1–35 (1998).
4. Northrop, T. G. & Connerney, J. E. P. *Icarus* **70,** 124–137 (1987).
5. Ip, W.-H. *J. Geophys. Res.* **88,** 819–822 (1983).
6. Northrop, T. G. & Hill, J. R. *J. Geophys. Res.* **88,** 6102–6108 (1983).
7. O'Donoghue, J. *et al. Nature* **496,** 193–195 (2013).
8. Tiscareno, M. S. *et al. Nature* **440,** 648–650 (2006).
9. Cuzzi, J. N. *et al. Science* **327,** 1470–1475 (2010).
10. Connerney, J. E. P., Ness, N. F. & Acuña, M. H. *Nature* **298,** 44–46 (1982).
11. Burton, M. E., Dougherty, M. K. & Russell, C. T. *Geophys. Res. Lett.* **37,** 24105 (2010).
12. Connerney, J. E. P. *Geophys. Res. Lett.* **13,** 773–776 (1986).
13. Prangé, R., Fouchet, T., Courtin, R., Connerney, J. E. P. & McConnell, J. C. *Icarus* **180,** 379–392 (2006).
14. Connerney, J. E. P. & Waite, J. H. *Nature* **312,** 136–138 (1984).
15. Kaiser, M. L., Desch, M. D. & Connerney, J. E. P. *J. Geophys. Res.* **89,** 2371–2376 (1984).
16. Fischer, G., Gurnett, D. A., Zarka, P., Moore, L. & Dyudina, U. A. *J. Geophys. Res.* **116,** A04315 (2011).
17. Moore, L. *et al. Geophys. Res. Lett.* **33,** l22202 (2006).
18. Moore, L. *et al. J. Geophys. Res.* **115,** A11317 (2010).

علم الأعصاب الإدراكي

الضوضاء الحِسِّيَّة تدفع إلى قرارات سيئة

قال الفيلسوف ألبير كامو مرة: «الحياة هي إجمالي اختياراتك كلها». في دراسة استخدمت نسقًا ابتكاريًّا تجريبيًّا على البشر والفئران، ظهر أن كثيرًا من الاختيارات الخاطئة تنتج من الحواس، وليس من الإدراك المعرفي.

ماثيو ت. كوفمان، وآن ك. تشيرشلاند

القرارات التي يتخذها البشر والحيوانات تحدِّد وجودهم. وبعض هذه القرارات تُتَّخذ بحذر وروية، كاختيار رفيق، بينما تتطلب بعض المواقف اتخاذ قرارات بشكل سريع، كتحديد ما إذا كان صوت الخشخشة بين الأشجار مصدره صديق، أو حيوان مفترس. وفي كثير من المواقف ـ ومنها الأخير ـ تُتَّخذ القرارات على أساس دليل حسي منقوص تراكَم خلال ثانية أو ثانيتين، مما يؤدي بالدماغ إلى اتخاذ القرار بخلفية من الضوضاء. وبرغم قدرتنا المدهشة على اتخاذ تلك القرارات السريعة، إلا أننا نقع في أخطاء كثيرة. وقد كتب برونتون وزملاؤه[1] ـ مؤخرًا بمجلة «ساينس» ـ جامعًا بين النموذج الحسابي والدراسات السلوكية المتعلقة باتخاذ القرار عند الفئران والإنسان، لكشف النقاب عن مصادر الأخطاء أثناء اتخاذ قرار بسيط.

أشارت دراسات سابقة[2،3] أجريت على نماذج من البشر وبعض الرئيسيات ـ كالقرود ـ إلى وجود ضوضاء (تشويش) في اتخاذ القرار، رغم عدم وضوح مصدر الضوضاء. وقد يحدث هذا في أي نقطة من عملية اتخاذ القرار: في المعلومات الواردة عبر العين أو الأذن، أو في القدرة على تخزين المعلومات الواردة من الخارج عبر الزمن، أو في التحيزات الاعتباطية الحاضرة قبل بدء ظهور الدليل، أو في استراتيجية منقوصة، قد تخطئ في تقدير أهمية النبضات القوية للدليل الحسي (المؤثر).

وجد برونتون وزملاؤه أن الأخطاء تنتج من الدلالات الحسية المنقوصة، أي من انتقال إشاراتها المبدئية إلى الدماغ (الشكل 1). ولهذا.. يبدو أن أوجه القصور الحسي تحدّ من قدرتنا على تقييم الأدلة الواردة بإتقان.

كانت تجربة الباحثين بسيطة بشكل خادع. فقد وضعوا الجرذان والبشر بمواجهة مؤثرات محكومة، لكنها كثيرة التغير، منها تياران من النقرات مولدان عشوائيًّا، ينبثق أحدهما من اليسار، والآخر من اليمين (الشكل 1). كان على الأشخاص قيد الاختبار تحديد إنْ كانت أكثر النقرات تأتي من اليسار أو اليمين. وقد أتاحت جوانب عديدة من النموذج التجريبي للباحثين تمييز مصادر الخطأ: أنماط وأعداد النقرات بدقة، التي تتغير في كل محاولة؛ وكانت معاملات التجربة معروفة للباحثين، وأمكن استغلالها في التحليل؛ وقاعدة بيانات ضخمة من القرارات التي تم جمعها لزيادة القوة الإحصائية للنتائج.

استبعد الباحثون عدة تفسيرات محتملة لوقوع المشاركين في التجربة في الأخطاء. أولًا، لاحظ الباحثون أن أداء جميع المشاركين جيد في محاولات احتوت أنماطًا مختلفة من النقرات. وأتاح ذلك الفرصة للباحثين لاستبعاد إمكانية أن يكون الخطأ بسبب مشاركين تأثروا بقوة بالغة بنبضات النقرات. ثانيًا، قيّم الباحثون قرارات الاستجابة لمؤثرات مختلفة المدد الزمنية. وبهذه الطريقة، استطاع برونتون وزملاؤه استبعاد مصدرين آخرين لأخطاء الأشخاص: «تشوش» الذاكرة النشطة، نتيجة مرور الوقت، و«نسيان» النقرات التي جاءت في بداية المحاولة.

ويُعتبر افتقاد «التشويش» و«النسيان» مفاجئًا، فبرغم

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

سرعة المقياس الأساسي للنشاط العصبي، يقدَّر بعشرات الملي ثانية، ويبدو أن الدماغ ـ كوحدة متكاملة ـ يمكنه تجنب فقدان المعلومات الصادرة عن مؤثر خلال عدة ثوان، إذ وَسَمَ المحاولات الأطول زمنيًا في الدراسة. ويشير المقياس الزمني الأطول لتراكم لأدلة إلى وجود شبكة عصبونات تعمل لاستمرار حيوية الذاكرة المتعلقة بالأدلة الحسية المبكرة[4]. لهذا.. ينبغي دخول الضوضاء في العملية مبكرًا.

وقد تقدَّم الباحثون خطوة أخرى؛ حيث صاغوا نموذجًا رياضيًّا مرنًا لتحديد كل مصدر للضوضاء كميًّا. ورغم أن الدراسات السابقة[6،5] توصلت إلى أن المخ قادر بالتأكيد على تجميع الدلائل بمرور الوقت، تعتبر هذه أول دراسة تقدم ـ بشكل متزامن ـ التقدير الكمي للمقياس الزمني المنخرط في اتخاذ القرار (عدة ثوان على الأقل)، والمصادر الأخرى للضوضاء.

درس برونتون وزملاؤه الفئرانَ ـ بشكل رئيس ـ في هذه الدراسة. ويعتبر الفأر وافدًا جديدًا نسبيًّا بمجال اتخاذ القرار الإدراكي، لكن برغم أن الرئيسيات تبقى لا غنى عنها لبحوث علم الأعصاب، نظرًا لقدرتها الأكبر على التدرب، وقربها التطوري من البشر، إلا أن الفئران تتميز بمزايا عديدة. أولًا، حصيلة المعطيات والنتائج أكثر وأسرع في تجارب الفئران، مقارنة بالرئيسيات. ولذلك.. تتضمن دراسات القوارض عددًا أكبر من الحيوانات المشاركة؛ مما يسهل للباحثين تمييز السلوك العادي من السلوك الغريب. ثانيًا، توافر بطارية متنامية من أدوات جزيئية للاستخدام مع القوارض، مما يتيح سهولة اقتفاء ومعالجة دوائر عصبية محددة بالدماغ[7].

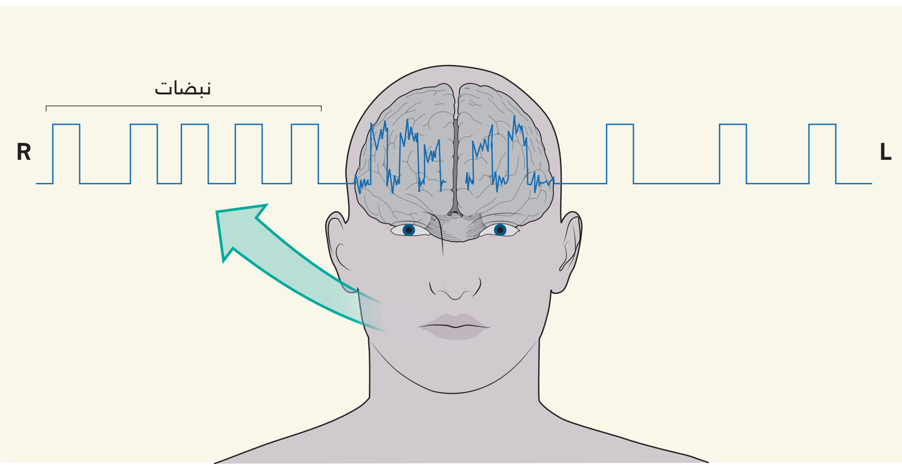
تفتح هذه الورقة الباب لاتجاهات جديدة في دراسة عملية اتخاذ القرار. فالقدرة على اكتشاف مصدر الضوضاء تجاوزت مهمة برونتون وزملائه. ففي حين تشير نتائج دراستهم إلى أن معظم الاختيارات الخاطئة التي يقررها المشاركون في التجربة نتجت عن أخطاء مبكرة في المسار الحسي، وباختلاف المهام تنتج الأخطاء غالبًا عن مصادر أخرى للضوضاء. أمكن تعديل تقنيات صياغة الباحثين للنموذج؛ لتتمكن من استكشاف مصادر الأخطاء في المهام الأخرى، كعملية اتخاذ القرار المستندة إلى القيمة[9،8].

وتعتمد مصادر الضوضاء كثيرًا على طبيعة المهام. فمثلا، قد تشكل الذاكرة مأزقًا لدى مقارنة مؤثرات عديدة بامتداد فترات زمنية طويلة، كما يحدث في عملية بحث عن شقة جديدة. أو ربما تهيمن تحيزات سابقة الوجود عندما تكون تكلفة تبديل الاختيارات بين محاولة وأخرى عالية، كما في مهام البحث عن الطعام، حيث ينبغي للمشاركين الاختيار بين الاستمرار في استغلال المورد الراهن المتناقص، أو دفع تكلفة لاستكشاف مورد آخر[10]. وقد يكون مثيرًا أيضًا مقارنة مقدار الضوضاء الحسية لدى اتخاذ قرارات مرتبطة بعدة حواس[11]، حيث إنّ حضور مدخلين حسيين قد يزيد الضوضاء الحسية.

وفي كل أنواع القرارات، قد يكون تقدير معاملات الضوضاء نقطة انطلاق لدراسة الدوائر العصبية.. فهناك كثير من الأسئلة المفتوحة في مجال اتخاذ القرار، فيما يتعلق ببنى الشبكات العصبية المطلوبة في عملية اتخاذ مختلف القرارات، وفي الدوائر المجهرية التي تدعم الحساب ضمن تلك البنى. ومؤخرًا، مع وفرة أدوات تشريح الدوائر العصبية أثناء عملية اتخاذ القرار، ربما تحمل السنوات القادمة تبصرًا كبيرًا بالآليات الكامنة وراء هذه المقدرة الحاسمة. ■

ماثيو ت. كوفمان، وآن ك. تشيرشلاند يعملان بمختبر كولد سبرنج هاربر، نيويورك، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: churchland@cshl.edu

1. Brunton, B. W., Botvinick, M. M. & Brody, C. D. *Science* **340,** 95–98 (2013).
2. Shadlen, M. N. & Newsome, W. T. *J. Neurosci.* **18,** 3870–3896 (1998).
3. Churchland, A. K. *et al. Neuron* **69,** 818–831 (2011).
4. Wong, K.-F., Huk, A. C., Shadlen, M. N. & Wang, X.-J. *Front. Comput. Neurosci.* http://dx.doi.org/10.3389/neuro.10.006.2007 (2007).
5. Huk, A. C. & Shadlen, M. N. *J. Neurosci.* **25,** 10420–10436 (2005).
6. Kiani, R., Hanks, T. D. & Shadlen, M. N. *J. Neurosci.* **28,** 3017–3029 (2008).
7. Callaway, E. M. *Trends Neurosci.* **28,** 196–201 (2005).
8. Kimchi, E. Y. & Laubach, M. *J. Neurosci.* **29,** 3148–3159 (2009).
9. Krajbich, I., Lu, D., Camerer, C. & Rangel, A. *Front. Psychol.* **3,** 193 (2012).
10. Adams, G. K., Watson, K. K., Pearson, J. & Platt, M. L. *Curr. Opin. Neurobiol.* **22,** 982–989 (2012).
11. Raposo, D., Sheppard, J. P., Schrater, P. R. & Churchland, A. K. *J. Neurosci.* **32,** 3726–3735 (2012).



الشكل 1 | أخطاء في اتخاذ القرار. في دراسة برونتون وزملائه لمهام عملية اتخاذ القرار[1]، تصدر النقرات السمعية (مصورة على شكل نبضات) عشوائيًّا من ناحيتي اليسار واليمين. وعند دخولها إلى المخ، فإن النبضة يجب أن تتحول إلى تمثُّل داخلي. وهذه عملية حافلة باحتمالات افتقاد الدقة. وهذا قد يؤدي بصانع القرار إلى الخطأ في تقدير عدد النبضات الصادرة من كل اتجاه. وفي المثال الموضح، أصاب المشارك في القرار، مقررًا أن أكثر النقرات صدرت من ناحية اليمين.

خمسون عامًا مضت

من المفاجئ أن تجد أنه برغم الاهتمام واسع النطاق الموجّه إلى مؤتمر الأمم المتحدة في شهر فبراير الماضي (1963)؛ بشأن تطبيق العلوم والتكنولوجيا لمصلحة المناطق الأقل تطورًا، فإن العدد المثير للإعجاب بعنوان: «عالم من الفرص»؛ الصادر عن مجلة «نيوساينتست» بتاريخ 14 فبراير (1963)، لا يزال الوحيد ـ كما يبدو ـ الذي تناول المؤتمر بالشكل الأشمل تغطيةً على الإطلاق بين الدوريات البريطانية. وهذا الإهمال النسبي؛ وبرغم كثرة مطبوعات وزارة البحث العلمي والصناعي، لا ينتقص بأي حال من امتياز عدد مجلة «نيوساينتست» الذي يستحق الاحتفاء به، ليس فقط لجرأته، بل أيضا لكفاءة مضمونه، وتوقيته المناسب.

من مجلة «نيتشر»، 6 إبريل 1963

مئة عام مضت

أعقبت فيضانات كارثية عواصفَ الرياح العنيفة التي اجتاحت الولايات المتحدة في 23 مارس (1913). وكانت المناطق المتضررة بشكل رئيس هي ولايات الغرب الأوسط... حيث غرقت قطاعات ريفية شاسعة، كما أن مدنًا كبيرة أصبحت مغمورةً بالمياه. ويقع أغلب سطح الأرض دون مستوى فيضان الأنهار، حيث انهارت السدود القائمة بأنحاء متفرقة منها، بينما فاضت روافد عديدة على ضفافها. وقد عانت مدينة دايتون، وإنديانابوليس، وكولومبوس ـ فضلًا عن مدن صغيرة أخرى ـ بشدة خلال الأسبوع الأخير من مارس (1913)، كما وقعت خسائر كثيرة في الأرواح. وهناك مئات المنازل جُرفت، بالإضافة إلى المعاناة الشديدة الناجمة عن ذلك. ويُذكر أن الأنهار ما زالت في حالة ارتفاع بمناطق عديدة، وأن الحصيلة النهائية للكارثة ستتوقف ـ إلى حد بعيد ـ على الظروف الجوية خلال الأسبوع المقبل، أو ربما الأسبوعين المقبلين.

من مجلة «نيتشر»، 3 إبريل 1913

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 21 مارس 2013
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 21 مارس من مجلة "نيتشر" الدولية.

الخلايا الجذعية

استبقاء الخلايا الجذعية بنخاع العظام

تدعم البِيْئة الصغيرة للخلية الجذعية المنتجة للدم (HSC) خلايا الأسلاف الأصلية المنتجة لخلايا دوران الدم الجديدة. ومع ذلك.. تمنع الخروج غير الملائم للخلايا غير الناضجة إلى مجرى الدم. وتحدد هذه الدراسة البروستاجلاندين الذاتي ـ داخِلِيّ المَنْشَأ ـ E_2 (PGE_2) كمُكَوِّن للحفاظ على هذا التوازن الدقيق. ومن ناحية أخرى، أظهر لويس م. بيلوس وزملاؤه أن تثبيط إشارات البروستاجلاندين الذاتي PGE_2 عن طريق عقاقير المسكنات المضادة للالتهابات غير الستيرويدية (NSAIDs) يزيد بشكل كبير من انطلاق الخلايا الجذعية الوظيفية المنتجة للدم وأسلاف من نخاع العظم إلى الدم المُحيطِيّ، مع آثار مضافة عندما تستخدَم مقترنةً بالعامِلِ المُنَبِّهُ للمُسْتَعْمَرات المُحَبِّب. وأشارت اختبارات أجريت على الرئيسيات غير البشرية، وعلى متطوعين من البشر إلى استراتيجية يمكن استخدامها علاجيًّا؛ لتعزيز بقاء الاستزراع: إِعْطاء مضادات الالتهاب غير الستيرويدية (أسبرين، وأيبوبروفين، وميلوكسيكام) يعزِّز حَشْد وتعبئة الخلايا الجذعية، مع إنعاش أسرع للخلايا الجذعية المنتِجة للدم، وتعزيز إعادة تعمير (تجميع) الطعوم المنتِجة للدم طويل الأمد.

Differential stem- and progenitor-cell trafficking by prostaglandin E_2
J Hoggatt *et al*
doi:10.1038/nature11929

التقنيات الرقمية / شاشات العرض

شاشات الجوال ثلاثية الأبعاد

يمكن لشاشات ثلاثية الأبعاد ـ بلا نظارات ـ أن تثوِّر مجالات متعددة، كعرض البيانات، والتدريب الطبي، والتسلية، خاصةً لو دُمِجَت بأجهزة الجوَّال. ويمكن للتصوير ثلاثي الأبعاد تقديم رؤية مثالية، ثلاثية الأبعاد، لكنها بطيئة للغاية، ومكلِّفة بالنسبة إلى تطبيقات عديدة. والبديل هو مُقارَبات متعددة الرؤى (المشاهد)، يتم فيها استغلال حِيَل هندسة بصرية متعددة؛ لتكوين صور ثلاثية الأبعاد، يمكن مشاهدتها من اتجاهات متعددة في الوقت نفسه. وقد طوَّر فريق يعمل بمختبرات "هيوليت باكارد" في بالو آلتو، كاليفورنيا، شاشةً جديدة متعددة المشاهد، ثلاثية الأبعاد، مناسِبة ـ بوجه خاص ـ للأجهزة النقالة، وهو ما يستلزم شاشات رقيقة ذات دقة وضوح مكانية عالية، ومنطقة رؤية واسعة الزاوية. وتُعدّ شبكة وحدات التصوير الرقمي الاتجاهية (directional grating pixels) ـ مصحوبة بمناظر وألوان مختلفة ـ محفورة على سطح الضوء الخلفي محوريةً بالنسبة إلى الجهاز الجديد. وتستخدم الشاشات إضاءة خلفية من الصمامات الثنائية الباعثة للضوء (LED)، مشابهة جدًّا لتلك المستخدَمة في شاشات البلور السائل الراهنة. وقد ظهرت في صورة نماذج شفافة أولية لحواسيب راحة اليد، تعرض متتابعات متحرِّكة، تصل إلى ست صور، تضم كلٌّ منها 200 مشهد، بقوة وضوح قدرها 127 بيكسلًا للبوصة.

A multi-directional backlight for a wide-angle, glasses-free three-dimensional display
D Fattal *et al*
doi:10.1038/nature11972

علم الفلك

ألْما يركِّز على المجرّات المكوِّنة للنجوم

كانت المجرات اللامعة والمغبرة والنجمية وافرة في الكون المبكر، لكنْ كان من الصعب قياس التوزيع الكامل للانزياح الأحمر لتلك الأجسام، خاصة عند الانزياحات الحمراء المرتفعة. ويأتي مقياس التداخل (interferometer) بمرصد ألما بشيلي مؤخرًا ليوفِّر تصويرًا عالي الوضوح، بأطوال موجية تبلغ ملّيمترًا، ودون المليمتر، حيث تكون الغازات المكونة للنجوم مشاهَدَة بأفضل ما يمكن. وباستخدام آلما، استهدف جوكين فييرا وزملاؤه انبعاثات خط أول أكسيد الكربون من مجرّات محدَّبة تجاذبيًّا، اكتُشفت في مسح واسع المجال باستخدام تليسكوبُ القطب الجنوبي. وكانت أجسام (Z>4) العشرة المكتشَفة في ذلك العمل تفوق ضعف عدد المجرات فائقة اللمعان، والمؤكَّدة بالتحليل الطيفي، والمكتشَفة عند الانزياحات الحمراء القصوى. ويُعد مصدران منها عند (z =5.7) من بين أكثر المجرّات النجمية فائقة اللمعان المعروفة بُعْدًا، وقد شوهدت كما كانت تبدو بعد الانفجار الكبير بحوالي مليار عام.

Dusty starburst galaxies in the early Universe as revealed by gravitational lensing
J Vieira *et al*
doi:10.1038/nature12001

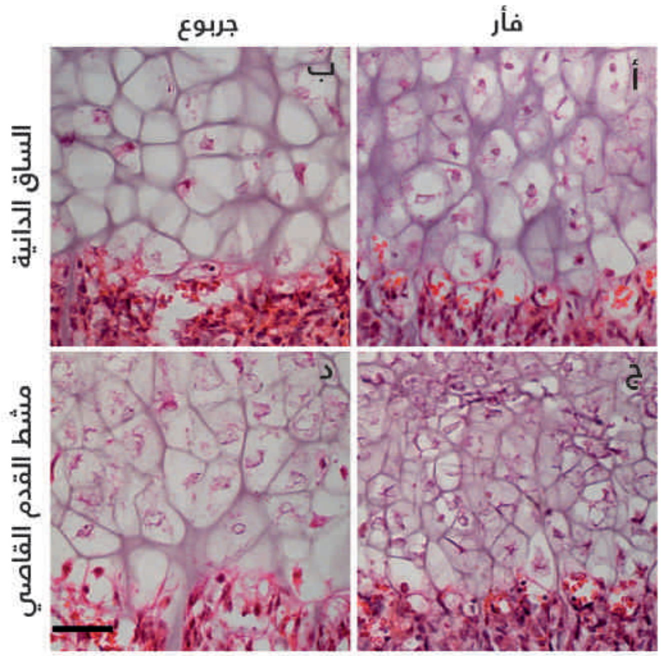
علم الأجنة

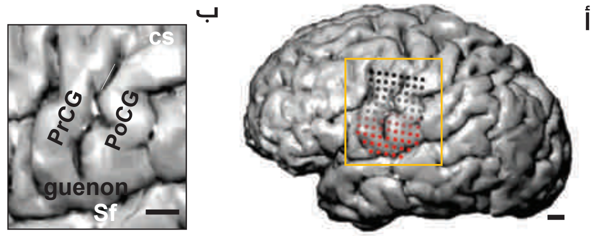
نمو الطور الثالث يحدِّد طول العظام

هناك تباين واسع في أطوال العظام في الثدييات، سواء بين الأنواع، أم داخل الفرد الواحد. وتنشأ كل من العظام الطويلة في الجنين على هيئة رديم (أثر) غضروفي بحجم مماثل. وتتطور اختلافات الحجم لاحقًا من خلال تطوير التنظيم التمايزي (التفريقي) لنمو الخلايا الغضروفية عند صفيحة النمو، التي توجد في الكُرْدوس في كل نهاية عظمة طويلة. واستخدم كليف تابين وزملاؤه مِجْهَرًا طَورِيًّا حيوديًّا؛ لدراسة الآليات التي تحكم النمو التمايزي لعظام القوارض؛ ووجدوا أن الخلايا الغضروفية لصفيحة النمو تجتاز ثلاثة أطوار متميزة من زيادة الحجم. إنها في الطور الثالث ـ تضخُّم خلوي هائل، وفيه تُخَفِّف الكتلة الخلوية الجافة كثيرًا ـ وتظهر التباينات بين صفيحات النمو التي تستطيل بسرعة، والتي تستطيل ببطء، وتُؤسس الاختلافات بين أطوار العظام.

Multiple phases of chondrocyte enlargement underlie differences in skeletal proportions
K Cooper *et al*
doi:10.1038/nature11940

الشكل أسفله | أ–د، مقارنة هستولوجية بين أنسجة الفأر والجربوع بمناطق الساق الدانية ومشط القدم القاصي الضخامية. مقياس الرسم: 50 مايكرومترًا.





علم الأعصاب

تنظيم الدماغ للتخاطب

يتطلب فعل الكلام والتخاطب حركة مُؤقتة منسقة بدقة من الشفتين، والفك، واللسان، والحنجرة. وقد استكشف إدوارد تشانج وزملاؤه الأسس العصبية لهذا التحكم الحركي المحدّد. وتكشف تسجيلات متعددة الأقطاب في قشرة الدماغ الحسية الحركية البشرية عن أن منطقة الدماغ التي تشارك في التخاطب متموضعة وفقًا لتمثيل جَسَدِيّ التّموضُع للوجه والجهاز الصوتي، مع تجمعات كبيرة من الخلايا المناظِرة لسمات صوتية محددة. ومن المثير للاهتمام بشكل خاص أن تمثيل حنجرة إضافيًّا يقع بالنهاية القصوى الظهرية في القشرة الحسية الحركية البطنيّة، وهي غائبة ـ كما يبدو ـ في الرئيسات غير البشرية، التي قد تكون سمةً تطورت متفردةً؛ للسيطرة على التخاطب تحديدًا.

Functional organization of human sensorimotor cortex for speech articulation

K Bouchard *et al*

doi:10.1038/nature11911

الشكل أعلاه | فسيولوجيا القشرة الحسية الحركية البطنية (vSMC) خلال إنتاج المقطع اللفظي. أ، تركيب بالتصوير بالرنين المغناطيسي لدماغ مشارك واحد بأقطاب القشرة الحسية الحركية البطنية، (منقطة)، وملونة وفقًا لبعدها عن شق سيلفيان (أسود: الأكثر ظهرية وأحمر: الأكثر بطنية). **ب،** منظر موسّع لتشريح القشرة الحسية الحركية البطنية، cs: التلم المركزي؛ PoCG: التلفيف بعد المركزي؛ PrCG: التلفيف قبل المركزي؛ SF: شق سيلفيان؛ مقياس الرسم، سنتيمتر واحد.

الفسيولوجيا الجزيئية

الأنسجة الدهنية البُنِّيّة في الميزان

هناك نوعان من الأنسجة الدهنية البُنِّيّة (BAT)، أي الدهون المخصصة للتنظيم الحراري بالجسم. فهناك الأنسجة الدهنية البنية التأسيسية (cBAT) ذات أصل جنيني، وتشارك العضلات الهيكلية في الانتساب إلى سلف تطوري؛ والأنسجة الدهنية البنية قابلة للتوظيف (rBAT) توجد داخل الأنسجة الدهنية البيضاء والعضلات الهيكلية، لكنها مُشتقة (مُستمدة) من سُلالَة غير عضلية. وأظهر الباحثون أن نقص الأنسجة الدهنية البُنِّيّة التأسيسية يحدث في الفئران عندما تفتقد خلايا سلف الأنسجة الدهنية البُنِّيّة نوعًا معينًا من مستقبِلات بروتين العظم التخليقي (BMP)، لكن هذا يؤدي إلى زيادة في المدخلات المتعاطفة مع الأنسجة الدهنية البيضاء، والتحول التعويضي لمستودعات الدهون البيضاء إلى بُنِّيّة. وهذه الآلية التعويضية كافية للحفاظ على طبيعة التوازن في درجة الحرارة، ومقاومة البدانة الناجمة عن الغذاء. واستهداف هذه الآليات ـ على سبيل المثال بتعديل تأشير بروتين العظم التخليقي لتنظيم كتلة ونشاط الأنسجة الدهنية البنية ـ يمكن أن يكون نهجًا عمليًّا لعلاج البدانة.

Brown-fat paucity due to impaired BMP signaling induces compensatory browning of white fat

T Schulz *et al*

doi:10.1038/nature11943

الوراثة الجزيئية

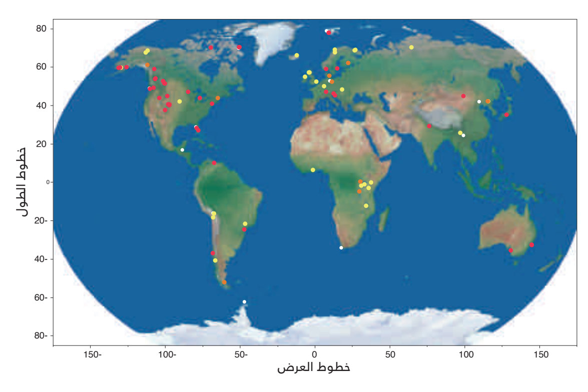
بِنْيَة المُستقبِل النووي HNF-4α

المُستقبِل النووي HNF-4α هو منظم انتساخي مهم لجينات الكبد والبنكرياس. وقد تم ربط اختلاله الوظيفي بظهور مرض السُّكَّرِي البادِئ عند النُّضج في الشباب، وفشل الكلى، ومتلازمة الأيض. وقد وصف فريدون راستينيجاد وزملاؤه البِنْيَة البلورية للمثنوي المُتَمَاثِل، متعدد المجالات HNF-4α المقيّد إلى عنصر استجابة الحمض النووي، والببتايدات المشتقة من المُنَشِط المشارك. وتكشف البِنْيَة عن مركز نطاق التلاقي، يربط نطاقات متعددة، ويخدم كنظام إرسال متفارغ؛ لنشر إشارات بين مجالات تقييد اللجين، ونطاقات تقييد الحمض النووي. وتمت مقارنة بنيان المُستقبِل النووي HNF-4α بالبنية الأخرى الوحيدة المعروفة من مرَكب المُستقبِل النووي متعدد المجالات، وذلك من PPAR-γ-α-RXR.

Multidomain integration in the structure of the HNF-4α nuclear receptor complex

V Chandra *et al*

doi:10.1038/nature11966



علم البيئة القديمة

صعود وهبوط وَفْرَة النيتروجين

ارتفع المتاح من النيتروجين التفاعلي بطريقة ملحوظة منذ الثورة الصناعية. وبرغم ذلك.. ما زال غير واضح إنْ كانت وفرة النيتروجين ـ مخزون النيتروجين بالنسبة إلى المطلوب من النباتات والميكروبات ـ قد ازدادت على النطاق العالمي، أم لا. وتستكشف تلك الدراسة أنماط تدوير النيتروجين أثناء الـ15000 سنة الماضية، بمساعدة المنشور سابقًا من بيانات نظائر النيتروجين برواسب البحيرات حول العالم. ووجدت كيندرا ماكلوكلَن وزملاؤها أنه فيما بين الـ7000 والـ15000 سنة الماضية، شهدت النظم الإيكولوجية الأرضية العالمية تراجعًا مطولاً في وفرة النيتروجين، وافترضوا أن ذلك قد يكون نتيجة لتغيرات عالمية في ديناميات الكربون. والمفاجئ أنه لم يكن هناك اتجاه متسق في نسق تدوير النيتروجين في الخمسمئة عام الماضية، ليقترحوا أن الزيادات الحديثة في ثاني أكسيد كربون الغلاف الجوي وصافي احتجاز الكربون بالغلاف الحيوي قد تكون تعويضًا لزيادة مخزون النيتروجين التفاعلي ببعض النظم الإيكولوجية.

Changes in global nitrogen cycling during the Holocene epoch

K McLauchlan *et al*

doi:10.1038/nature11916

الشكل أعلاه | مواضع إجمالي 86 موقعًا تم تحليلها بحثًا عن لاكوسترين الرسوبي. يشير اللون الأحمر لسجل رسوبي يتعلق بالسنين الخمسمائة الماضية وتم تحليله، ويشير الأصفر لسجل مستخدم لتحليل إجمالي 15 ألف سنة؛ ويشير البرتقالي لموقع وافق المعايير التحليلية لكلا الفترتين. المواقع ذات السجلات الرسوبية المنشورة ولم تضمها هذه الدراسة ملونة بالأبيض.

سلوك الحيوان

استئناس الكلاب على حساب البشر

أُعيد فك وتجميع متتابعات كامل جينوم الكلاب والذئاب، واستُخدم لتحديد مناطق الجينوم التي يُحتمل أن تمثل أهدافًا للاختيار خلال استئناس الكلب. وأكثر من نصف الجينات (36 جينًا) ـ التي تم تحديدها ـ ذات صلة بالدماغ،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بما فيها جينات مرتبطة بالتغيرات السلوكية، ويُعتقد أنها مركزية لاستئناس الكلب. والمدهش أن عشرة جينات من التي تُظهِر إشارات الانتقاء لها أهمية في عمليات هضم النشا والتمثيل الغذائي للدهون. والكلاب الحديثة تبلي بلاءً حسنًا، أفضل من الذئاب آكِلة اللحوم لدى تلقِّيها نظامًا غذائيًّا غنيًّا بالنشا. ويرجح المؤلفون أن تغيير الموضع البيئي يمكن أن يكون القوة الدافعة وراء عملية الاستئناس، وأنّ البحث عن الطعام في نفايات المستوطنات البشرية ـ التي نشأت عن الثورة الزراعية ـ قد شكَّل هذا الموضع البيئي الجديد.

The genomic signature of dog domestication reveals adaptation to a starch-rich diet

E Axelsson *et al*

doi:10.1038/nature11837

البيولوجيا الجزيئية

دور بروتين NANOG في تعدُّد القدرات

قدم جيانلونج وانج وزملاؤه رؤية جديدة لآلية إعادة برمجة عامل تَعَدُّد القُدْرَات نانوج (NANOG) بإظهار أن اثنين من عائلة إنزيمات TET، وهي إنزيمات هيدروكسيلاز-ات -5ميثيل سيتوزين (5mC)، وTET1، وTET2، يتفاعلان معها. هذا.. والإنزيمان TET1، وTET2 يسهِّلان إعادة البرمجة بطريقة تعتمد على نشاطهما التحفيزي. وتكشف الدراسة عن دور غير معروف لإنزيم هيدروكسيلاز 5 ميثيل سيتوزين (5mC) في إنشاء تعدُّد القدرات البَسِيطة.

NANOG-dependent function of TET1 and TET2 in establishment of pluripotency

Y Costa *et al*

doi:10.1038/nature11925

الوراثة الجزيئية

كيف جَمَّعَ النووي الريبي نظيره المجهري

اكتُشفت جزيئات الحمض النووي الريبي الحلقي (circRNAs) في الخلايا الحيوانية، لكن وظيفتها لم تكن واضحة. ومؤخرًا، حددت ورقتان بحثيتان ـ من مختبر نيكولاس رايوسكى، ومختبر يورجن جيمس ـ وظيفة لإحدى جزيئات الحمض النووي الريبي الحلقي، الذي يربط الحمض النووي الريبي المجهري، miR-7. ووجدوا أنّ هذا الحمض النووي الريبي الحلقي مفعم بمواقع تقييد الحمض النووي الريبي الصغير (miRNA)، ويمكن أن تكون بمثابة «إسفنجة» ذات قدرة على تجميع درجات مقيدة لجزيئات الحمض النووي الريبي المجهري لكل جزيء من الحمض النووي الريبي الحلقي. وتشير هذه الدراسات إلى دورٍ للحمض النووي الريبي الحلقي في مرحلة التنظيم ما بعد الانتساخي.

Circular RNAs are a large class of animal RNAs with regulatory potency

S Memczak *et al*

doi:10.1038/nature11928

علوم الأرض

الانزلاق عبر الوشاح الأرضي

استخدم سامر نايف وزملاؤه بيانات التيلوريوم المغناطيسي لقاع البحر؛ لتصوير التوصيلية الكهربية للحد الفاصل بين طبقة الغلاف الصخري للأرض (lithosphere)، وطبقة الأستينوسفير (asthenosphere) تحت لوح "كوكوس" بمحاذاة شاطئ نيكاراجوا. وتُظهِر البيانات الكهرومغناطيسية منطقة توصيلية كهربية مرتفعة، تنحصر في نطاق عمق 45 إلى 70 كيلومترًا. وفسَّر المؤلفون تلك الخصوصية بوجود طبقة منصهرة جزئيًّا، يصل سمكها إلى 25 كيلومترًا، تفصل بين اللوح التكتوني، والوشاح من تحته، ولها إمكانية العمل بمثابة مواد تشحيم لحركة الألواح.

Melt-rich channel observed at the lithosphere–asthenosphere boundary

S Naif *et al*

doi:10.1038/nature11939

علم الخلية

إعادة النظر في نشأة جسيم بلعمي ذاتي

تفسخ المكونات الخلوية التالفة أو المختلة وظيفيًّا ومعقدات البروتين من خلال الالتهام الذاتي هي وظيفة أساسية للخلايا التي فيها يتم ابتلاع المواد غير المرغوب فيها في جسيم بلعمي ذاتي، وهو جُسَيم شبيه بالليسوسوم، أو البَحْلُول ـ جُسَيم حال ثانَوِي ـ يفتقر إلى إنزيمات التدمير، ويُسلِّم لليسوسوم؛ ليتم انحلاله. وفي هذه الدراسة، أظهر تاموتسو يوشيمورى وزملاؤه أن تشكيل جسيم بلعمي ذاتي يحدث في مواقع الاتصال بين الشبكة الإندوبلازمية والميتوكوندريا، ويتطلب بروتين السِنَار (syntaxin17). وهذه النظرة عن كيفية تخليق الخلايا للعضيّة الجديدة تذهب نحو توحيد نموذجين متنافسين لتفسير نشوء الجسيم البلعمي الذاتي، أحدهما يفترض وجود أصل له في الشبكة الإندوبلازمية، والآخر يفترض وجود أصل له في الميتوكوندريا.

Autophagosomes form at ER–mitochondria contact sites

M Hamasaki *et al*

doi:10.1038/nature11910

مراقبة الجودة في تنظيم دورة الخلية

تنظم حقيقيات النوى ـ بصرامة ـ تكرار الحمض النووي (DNA)، بحيث يحدث مرة واحدة لكل دورة خلية. وتتم المحافظة على هذا الشرط من خلال عملية «منح الترخيص»، التي تنخرط فيها بروتينات ORC، و Cdc6، وCdt1، وMcm2_7. إنّ استقرار هذه العملية أمر ضروري لاستقرار توارث الجينومات الكبيرة في دورة الخلية لحقيقيات النواة. وفي هذه الدراسة، يُظهِر جون دفلي وزملاؤه أنه في الخميرة المتبرعمة يُوظف مُركّب ORC-Cdc6 سداسي الشكل المزدوج Mcm2_7 من خلال الوحدة الفرعية Mcm3. ويحفز التفاعل نشاط إنزيم الأتباز في مُركب ORC-Cdc6. ومع ذلك.. يمكن أن يُعزِّز هذا التحليل بالماء، إما تحميل Mcm، أو تحريره، اعتمادًا على ما إذا كان مُركّب ما قبل التكرار مكتملاً، ومرحلة من مراحل دورة الخلية ملائمة لتنشيط المنشأ (الأصل). وهذه الآلية الحركية التدقيقية ـ تَصحيح التّجارِب المطبعية ـ تمنع تراكم المُركّبات مسدودة النهاية، المُجَمّعة جُزئيًّا.

ATPase-dependent quality control of DNA replication origin licensing

J Frigola *et al*

doi:10.1038/nature11920



غلاف عدد 28 مارس 2013

طالع نصوص الأبحاث في عدد 28 مارس من مجلة "نيتشر" الدولية.

علوم المواد

تركيب بلّوري بدون بلّورات

تعتبر حيود الأشعة السينية تقنيةً تحليليّة فعالة، برغم عيوبها التي تحدّ من قابليتها للتطبيق.. إذ ينبغي للهدف أن يكون متاحًا كبلُّورة. وتصف هذه الدراسة بروتوكولًا جديدًا للتحليل بواسطة الأشعة السينية، لا يستلزم تَبَلُّر العيّنة نفسها. وعوضًا عن ذلك.. يُستخدم «الإسفنج» البلوري المعروف كأطر معدنية عضوية لامتصاص قطرة من السائل المُستضاف يحتوي على جزيء الهدف. تحتوي الإسفنجة على مسام كثيرة، تميز جزيئات الهدف، وتقيدها في نسق منتظم؛ لإتاحة تحليل التركيب البلوري للضيف الممتص جنبًا إلى جنب مع الإطار المُضيف. والأسلوب الجديد موضّح تطبيقه في تحديد البنية المطلقة لمنتج طبيعي نادر، يسمى «مياكوسين إيه» miyakosyne A، باستخدام مقدار ضئيل منه، هو 5 ميكروجرامات من العينة.

X-ray analysis on the nanogram to microgram scale using porous complexes

Y Inokuma *et al*

doi:10.1038/nature11990

الأمراض الوراثية

ارتباط التنكس العصبي ببروتين يقيِّد الـRNA

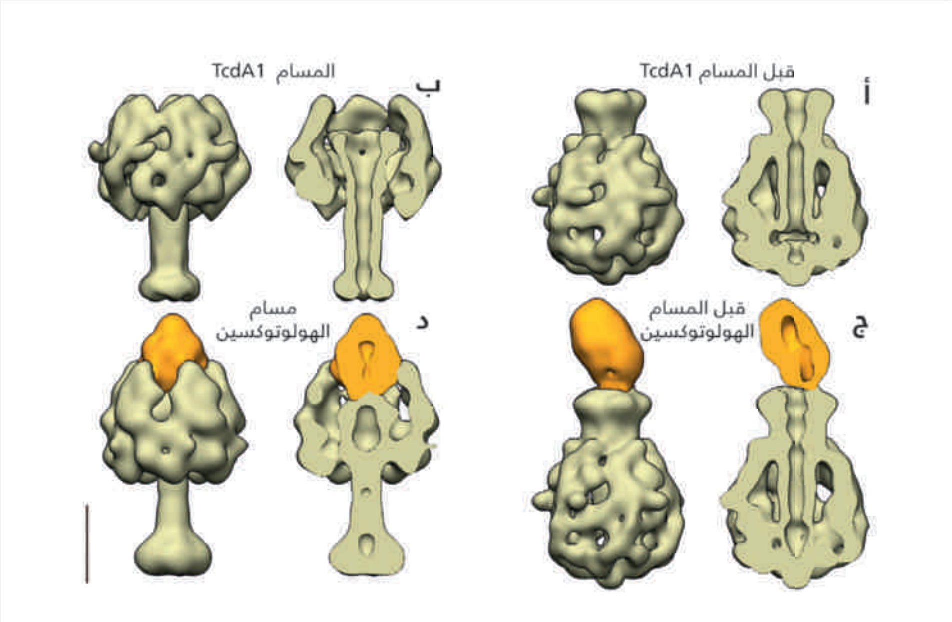
كيف تتسبب طفرات البروتينات المقيدة للحمض النووي الريبي في الأمراض البشرية والتنكس العصبي بشكل خاص؟ حدد هونج جوو

كيم وآخرون طفرات في بروتيني (hnRNPA1) و (hnRNPA2B1) المقيدين للحمض النووي الريبي في عائلتين مصابتين باضطرابات عضلية عصبية وراثية مع الخرف الجبهي الصدغي. تقع كلٌّ من الطفرتين ضمن جزء محافظ للغاية من نطاق بروتين له أوجه شبه مع بروتينات البريونات، وميل إلى التكتل. وتعزِّز الطفرات (التحويرات) هذا التكتل. ويمكن للنطاق المتحوِّر شبيه البريون hnRNPA2 أن يحلّ وظيفيًّا محل بروتين بريون الخميرة، ويُعيد إنتاج سلوكه شبيه البريوني. ولهذه النتائج أهمية في نشوء الأمراض التنكسية والاعتلالات البروتينية، مثل التصلب الضموري الجانبي.

Mutations in prion-like domains in hnRNPA2B1 and hnRNPA1 cause multisystem proteinopathy and ALS

H Kim *et al*

doi:10.1038/nature11922



البيولوجيا الجزيئية

توصيل السُّمّ بواسطة البكتيريا

تعيش بكتيريا فوتورابدُس لومينسنس حياة تكافلية مع الديدان الخيطية التي تغزو يرقات الحشرات وتقتلها، بتحرير عوامل الفوعة البكتيرية. ومن بين السموم التي تنتجها هذه البكتيريا: مركبات سموم ABC الكبيرة الثلاثية (Tcs). وفي هذه الدراسة، يُظْهِر ستيفان رونسر وزملاؤه أن جزيء TcdA1 ـ وهو أحد مكونات مركبات السموم (Tcs) ـ يشكل عديدًا من المَسَام عبر الغشاء، ووصفوا بِنْيَته في حالة ما قبل المسام، وحالة المسام التي حددها مجهر إلكترون يعمل بتبريد العيِّنة. كشف تحليل الباحثين عن آلية شبيهة بالحقنة لتحول البروتين من مكان لآخر، ويوضح كيف تنسُ مركبات سموم (Tcs) جسرًا غشاءً للحَقْن مباشرةً في سيتوبلازم الخلية المضيفة.

A syringe-like injection mechanism in *Photorhabdus luminescens* toxins

C Gatsogiannis *et al*

doi:10.1038/nature11987

الشكل أعلاه | بنية المركب هولوتوكسين PTC3 (كامل السمية). المشاهد الجانبية والقطوع المركزية للمركب TcdA1 سالب الصبغ ومركب هولوتوكسين PTC3في حالات قبل المَسَامّية والمَسَامّية. أ، قبل المسامية TcdA1؛ ب، المسامية TcdA1؛ جـ، ومركب الهولوتوكسين - قبل المسامية PTC3؛ د، مركب الهولوتوكسين - المسامي PTC3. ويظهر كل من TcdA1 وTcdB2–TccC3 باللونين الكاكي والبرتقالي على التوالي. بمقياس بار 10 نانومتر.

علوم المحيطات

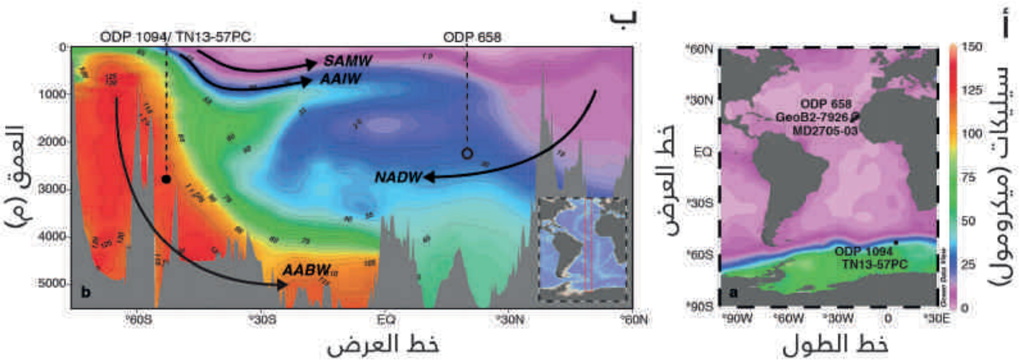
أوبال أعماق المحيطات وثاني أكسيد الكربون

يُعتقد أن المحيط المتجمد الجنوبي يلعب دورًا مهمًّا في قيادة التغيرات الجليدية في تركيزات ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي، لكن تلك الآلية المسؤولة عن تحرر ثاني أكسيد الكربون فور ذوبان الجليد لا تزال غير واضحة. واستنادًا إلى سجل ظهور الأوبال حيوي المنشأ، الذي يعرض ذروته لدى نهاية كل عصر جليدي خلال الأعوام الخمسمئة وخمسين ألف عام الماضية، يرى نيل مكلر وزملاؤه أن انخفاض الذوبان الجليدي في المياه الجليدية الوسطى لشمال الأطلسي يؤدي إلى مَزْج نزولي للمياه السطحية الدافئة منخفضة الكثافة، يتسبب ـ في نهاية المطاف ـ في قلب القطب الجنوبي، وإطلاق ثاني أكسيد الكربون إلى الغلاف الجوي.

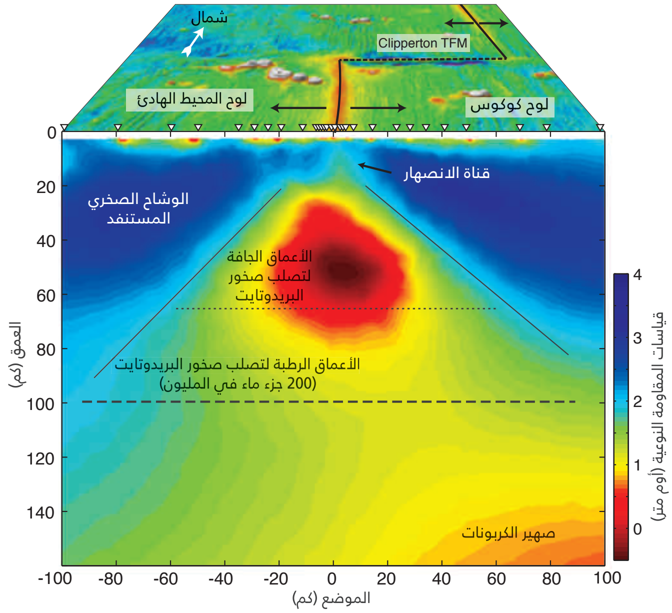
Deglacial pulses of deep-ocean silicate into the subtropical North Atlantic Ocean

A. Meckler *et al*

doi:10.1038/nature12006



الشكل أسفله | مواقع تركيز السيليكات ومواضع الدراسة. تمثل الدوائر المفتوحة موقع ODP رقم 658، وتمثل الدوائر مسدودة القلب 2705-MD03 والمواقع الأخرى المشار إليها بمتن الدراسة. **أ**، خريطة لمتوسط تركيز السيليكات السنوي، وهو ما يشير لنقص تلك المادة المغذية بمعظم المحيط الأطلسي الحالي. **ب**، مقطع العمق الجنوبي لتركيز السيليكات بوسط المحيط الأطلسي (متوسط التركيز بالمنطقة بين الخطين الأحمرين بالخريطة الصغيرة المرفقة بالخريطة الأصلية)، يوضح تركيز السيليكات في كبرى المسطحات المائية في الوقت الحاضر (أسهم) ومواضع الموقع 658 وقلب المحيط الجنوبي 13PC-TN57 (نفس مواضع موقع ODP 1094). رُسمت الخرائط باستخدام برمجيات عرض بيانات المحيط (Ocean Data View) .



علوم الأرض

سيطرة مرتفعات وسط المحيط المتقلّبة

ارتفاع شرق المحيط الهادئ هو سلسلة مرتفعات سريعة الانتشار بوسط المحيط، حيث براكين قاع البحر، والفتحات الحرارية المائية ناجمة عن مخزون الوشاح المنصهر النشط. ولاستكشاف كيفية وصول تلك الصُّهارة إلى السطح، استخدم كيري كي وزملاؤه مجسَّات التيلوريوم المغناطيسي بقاع البحر؛ لتصوير تركيب الصهارة الكهربي لعمق يصل إلى حوالي 160 كيلومترًا على امتداد شمال مرتفعات شرق المحيط الهادئ. وتوضِّح الصور خاصيةً توصيلية تماثلية عالية أسفل المرتفعات، متسقة مع الانصهار الجزئي لوشاح متموج متقلب بلا اكتراث. وتفسِّر الصور موصلاً أكثر عمقًا، لوحظ شرق المرتفعات بواسطة تقلبات موجيّة غير متماثلة، نتيجة اقتران لزج عبر صَدْعَي تَحَوُّل قريبين. وتشير هذه النتائج إلى أن التقلب الموجي المدفوع لوحيًّا يسيطر على هذا الجزء من مرتفعات المحيط الهادئ، في حين لا يمكن تجاهل القوى الديناميكية (الحركية).

Electrical image of passive mantle upwelling beneath the northern East Pacific Rise

K Key *et al*

doi:10.1038/nature11932

الشكل أعلاه | صورة لوشاح الأرض الصخرية المتقلبة المتموج أسفل مرتفعات شرق المحيط الهادئ (باستخدام المقاومة النوعية للتيلوريوم المغناطيسي). أعلاها منظر سطحي علوي. المتن الرئيس، تظهر الألوان لوغاريتم [المقاومة النوعية (أوم متر)] في الاتجاه الرأسي، حيث تم الحصول عليها من خلال بيانات منقلبة لاخطيًا من محطات التيلوريوم المغناطيسي بقاع البحر (مثلثات مقلوبة بالمنظر السطحي). تشير الألوان من الخضراء إلى الحمراء إلى التوصيلية العالية (مقاومة نوعية منخفضة) نتيجة للانصهارات الجزئية المتولدة بالوشاح الصخري المتقلب الموجي. الأعماق الجافة والرطبة (في وشاح الأرض) التي تتصلب عندها صخور البريدوتايت تم عرضها كخطوط أفقية.

الوراثة التطوريّة

صِدامات النَّسْخ والتكرار تطوُّر الجينات

يتم تشفير معظم الجينات البكتيرية على الخيط المُوَجِّه للتكرار، مع إمكان تجنب الصِّدامات الضارة وجهًا لوجه، التي يمكن أن تحدث بين آليات التكرار والنسخ عندما يتم تشفير الجينات على الخيط المتأخِّر. وهنا، يفيد المؤلفون أن حوالي 17% من الجينات الأساسية في البكتيريا العصوية الرقيقة تقع على الخيط المتأخِّر، وأن لديها أعلى معدل طفرات نُقطِيَّة وتغيرات متقاربة بموضع الحمض الأميني نفسه، مقارنةً بتلك الموجودة على الخيط المُوَجِّه. ومع أخذ طول الجين ومستويات التعبير الجيني في الاعتبار، يرى المؤلفون أن الصدامات المباشرة وجهًا لوجه بين التكرار والنَّسْخ هي الأكثر تحويرًا (تطفيرًا) من النزاعات المشتركة في الاتجاه نفسه، وأن البكتيريا ـ وربما كائنات أخرى ـ قد تستخدم الصِّدامات بين التكرار والنَّسْخ وجهًا لوجه كآلية تطور تكيُّفي مستهدف لجينات معينة.

Accelerated gene evolution through replication–transcription conflicts

S Paul *et al*

doi:10.1038/nature11989

الوراثة

الخطوات الأولى لنَسْخ DNA إلى RNA

تشمل آلية النسخ الأساسية إنزيم بوليميرز الحمض النووي الريبي-II، وعدة عوامل نسخ عامة، تتجمع في مُركَّب ما قبل البدء (PIC) على الحمض النووي المستحث. وهنا، تقدم إيفا نوجاليس وزملاؤها بنى (هياكل) لمواد وسيطة رئيسة منتجة من خلال التجميع المتعاقب لمركب ما قبل البدء، باستخدام مجهر إليكترون يعمل بتبريد العيِّنة. تسمح بِنَى مركبات الحَاثّ المغلقة والمفتوحة بنظرات ثاقبة لعملية ذوبان المستحث.

Structural visualization of key steps in human transcription initiation

Y He *et al*

doi:10.1038/nature11991

علم الفلك

تَكَوُّن نجم بمجرّة مجاورة

تُعد المجرات القِزمة الشاذة (مثل مجرة وولف لندمارك ميلوت (WLM)) أفضل النظائر المحلية للمجرات المبكرة المتاحة، حيث تتشابه في الحجم وندرة العناصر الأثقل من الهيليوم، ويشير إليها الفلكيون كـ«معادن». ومحاولات دراسة تلك المجرات ـ كنماذج لتكوين نجوم الكون المبكر ـ أعاقها الفقدان الواضح لأول أكسيد الكربون بهذه المجرات، وهو مفتاح تتبُّع مناطق التكون النجمي بالمجرات ذات المؤشر المرتفع لخاصية التّعدُّن. وقد أثار غياب أول أكسيد الكربون الشكوك حول الدور المفترض للجزيئات ـ عوضًا عن جسيمات الغبار ـ في إنتاج الغاز البارد الضروري لتَكَوُّن النجم. وتكشف مشاهدات تليسكوب آبيكس (APEX) مؤخرًا عن أول أكسيد الكربون بمنطقتين محددتين لتكوُّن النجوم بمجرة (وولف لوندمارك ميلوت)؛ مما يشير إلى استمرار تكوُّن النجوم بجزيئات الغاز الكثيفة عند مؤشرات أكثر انخفاضًا لخاصية التَّعَدُّن مما رُصِد سابقًا. ويعني التشابه بين مؤشرات التَّعَدُّن لمجرات، مثل (وولف لوندمارك ميلوت)، والمجرات الأكبر عند انزياح (حَيْد) أحمر مرتفع، أنَّ بإمكاننا دراسة تكوُّن النجوم بالمجرات الشابة باستخدام التقنيات المعتادة.

Carbon monoxide in clouds at low metallicity in the dwarf irregular galaxy WLM

B Elmegreen *et al*

doi:10.1038/nature11933

الشكل أسفله | مشاهدات مجرة وولف–لندمارك–ميلوت (WLM). وهي مجرة صغيرة غنية بالغازات تقع على مسافة 985633 كيلوبار ثانية من درب التبانة. تضم $1.6\times10^{7M\odot}$ نجم مقارنة بـ × $(6.4\pm0.6)\ 10^{10M\odot}$ نجم بمجرتنا درب التبانة، وتكون مجرة وولف–لندمارك–ميلوت نجومًا جديدة بمعدل $0.006M\odot\ yr^{-1}$ وهو معدل أكبر من نظيره بمجرة درب التبانة بنحو 12 ضعفًا لكل كتلة نجمية. أ، صورة مُرَكَّبَة الألوان: أحمر؛ HI أخضر شريط V؛ أزرق، جاليكس فوق بنفسجي. فيما يخص HI كانت الفتحة "7.6 ودقة الصورة 2.6 (1-)^kms وبالنسبة لأول أكسيد الكربون (2-3) كانت الفتحة "18 (دوائر) ودقة الصورة 0.11 (1-)^kms، كذلك تم تحسين طيف أول أكسيد الكربون (2-3) المعروض في الصورة إلى دقة 2.2 (1-)^kms. صُنِفَت اكتشافات أول أكسيد الكربون بحيث يكون: زمن التعريض 218 دقيقة (للمنطقة أ) و 248 دقيقة (للمنطقة ب). تم توضيح المناطق التي بُحِثَت بأزمنة تعريض أقصر بمعامل 2~ إلى 6~ بعلامات (+)، لا يمكن استبعاد وجود الكتلة المُقارنة لأول أكسيد الكربون في بعض تلك المناطق الأخرى. bbb



الوراثة

عامل TFIID حاسِمٌ في تعدُّد قدرات الخلايا

يتكون عامل النسخ القاعدي TFIID ـ وهو محوري لبدء النسخ ـ بواسطة إنزيم بوليميريز الحمض النووي الريبي-II، ويتكون من بروتين يقيد TATA، و13 عاملاً مرتبطًا مع TBP. ومن جانبهم، أورد مارك تيمرز وزملاؤه أن ارتفاع مستوى TFIID أمرٌ ضروري لحث وصيانة برنامج نسخ الخلايا الجذعية الجنينية متعددة القدرات. والتعبير الانتقالي العابر لوحدات عامل النسخ TFIIDالفرعية يعزِّز ـ بشكل كبير ـ إعادة برمجة الخلايا الليفيّة إلى خلايا جذعيّة مستحثة متعددة القدرات (iPS).

A central role for TFIID in the pluripotent transcription circuitry

W Pijnappel *et al*

doi:10.1038/nature11970

الكيمياء الفيزيائية

المسار التصادمي لجزيئات مُبَرَّدة اهتزازيًّا

يُعد تبريد الأنظمة الفيزيائية نقطة بدء دراسات عديدة، تهدف إلى استكشاف الحالات الكمية للمادة؛ والسيطرة عليها. تُبَرَّد الذرات عادة باستخدام الليزر، لكن تلك التقنية لا تناسب الجزيئات، نظرًا إلى هياكلها الداخلية المركبة. وتصف هذه الدراسة تقنيةً جديدة لتبريد الحركة الاهتزازية لجزيئات كلوريد الباريوم ($BaCl^+$) المحتجَزة عبر تصادمات مع ذرات الكالسيوم فائقة التبريد. وينبغي لهذا الأسلوب أن يكون قابلاً للتطبيق لتراكيب عديدة مختلفة من الذرات والجزيئات فائقة التبريد، وذلك لصالح تجارب الكيمياء الكميّة، والفيزياء الأساسية، وتطبيقات المعلومات الكمية.

Evidence for sympathetic vibrational cooling of translationally cold molecules

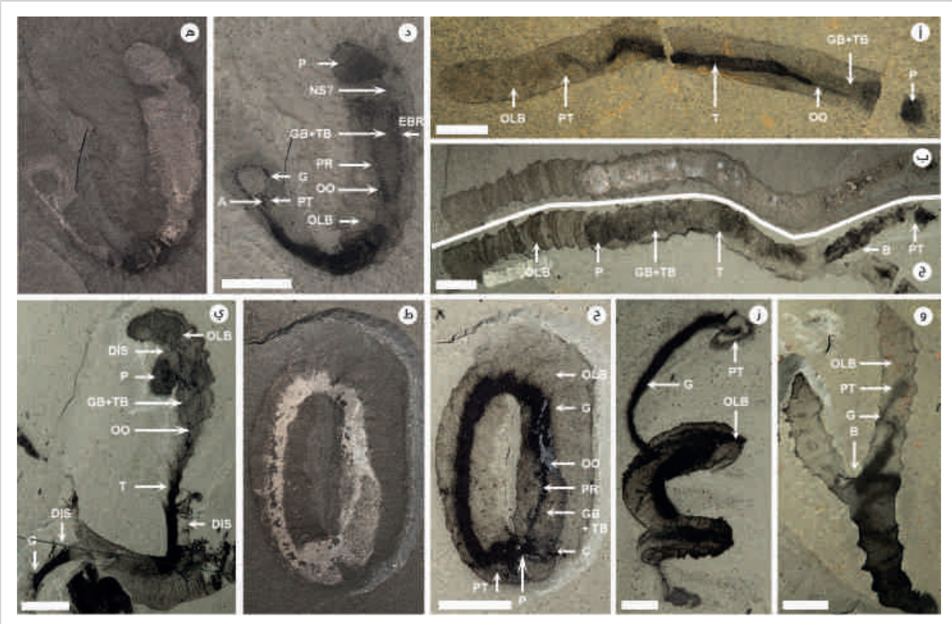
W Rellergert *et al*

doi:10.1038/nature11937

الأمراض الوراثية

ارتباط أيض الـRNA بالتنكس العصبي

تم تحديد هوية إنزيم كيناز الحمض النووي الريبي بالثديات (CLP1) قبل نحو خمس سنوات، عندما كانت وظيفته داخل الجسم الحي غير واضحة. ومنذ ذلك الحين، أصبح أيض الحمض النووي الريبي في صدارة اهتمامات علم الأحياء. ومؤخرًا، باستخدام فأر مُزال منه جينات محددة، وُجِد أن إنزيم كيناز الحمض النووي الريبي بالثديات يعمل بالخلايا العصبية (العصبونات) الحركية. وتُظهِر الفئران التي لا ينشط بها إنزيم CLP1 فقدانًا مضطردًا للعصبونات الحركية بالعمود الفقري، وتكسًا عصبيًّا محيطيًّا، واختلالاً بالوظائف الحركية، يبلغ ذروته بفشل الجهاز التنفسي. ويؤدي فقدان نشاط هذا الإنزيم (CLP1) إلى تراكم شظايا صغيرة من الحمض النووي الريبي المستمدة من المعالَجة الشاذة للتيروزين بمرحلة ما قبل الحمض النووي الريبي الناقل (pre-tRNA). وتستحث شظايا الحمض النووي الريبي الناقل الخلايا؛ لتنشيط جين p53 بالأكسدة الناجمة عن إجهاد وموت الخلية، المعتمِد على p53. وتعطيل الجين p53 ينقذ الفئران المتحورة (وراثيًّا) من أعراض الاعتلالات العصبية والعضلية الناجمة عن تعطيل إنزيم كيناز CLP1. وتكشف هذه البيانات ارتباطًا غير معروف من قبل بين معالجة الحمض النووي الريبي الناقل ـ وهو نوع جديد من الحمض النووي الريبي ـ وبين الفقدان المضطرد للعصبونات الحركية السفلية الذي يتم تنظيمه بالجين p53. وقد



الحياة القديمة

ديـدان البــلوط في الطَّفْـل الصفحي البورجيـسي

ديدان البلوط هي مخلوقات تسكن الطين، وتعيش بأماكن تمتد من الشواطئ الأمامية، وصولاً إلى أعماق المحيطات. ولها قرابة بريشيات الفروع، وهي حيوانات استيطانية صغيرة، تعيش في أنبوب، وتبدو ظاهريًّا مختلفة تمامًا. وكلٌّ من هذين الكائنين له قرابة بشوكيات الجلد (نجم البحر وحلفائه)، و"الحَبْليَّات": مجموعة كائنات حية تشمل البشر. وفي هذه الدراسة، وصف جان برنار كارون وزملاؤه أُحْفُوْرَة من كائنات أنبوبية، تسمى ديدان البلوط من الطَّفْل الصفحي البورجيسى الكمبري الشهير في كولومبيا البريطانية، وكندا. وتبدو مثل الكثير من ديدان البلوط الحديثة، لكنها عاشت في أنابيب، أشبه بريشيات الفروع الحديثة. وهذا يضيف إلى تنوع الحيوانات الأحفورية، ويعطي مؤشرات على سَلَفٍ مشترك يشبه ديدان البلوط، وريشيات الفروع. وقد يؤجج هذا الكشف نقاشًا أيضًا حول ما إذا كان سَلَف الحَبْليَّات دودة حرة، أم مخلوقًا لاطِئًا استيطانيًّا.

Tubicolous enteropneusts from the Cambrian period

J Caron *et al*

doi:10.1038/nature12017

الشكل أعلاه | سبارتوبرانكوس تينويس (والكوت، 1911) كائنات دودية ذات بنى أنبوبية من حفرية صخرة بورجيس الطينية. أ، أنبوب خطي، USNM 203032. **ب،جـ،** أنبوب خطي ومتفرع، USNM 509820. **د،هـ،** أنبوبة على شكل الحرف U) USNM 509806 (جزء) USNM 509814 (الجزء المُقابل). **و،** أنبوب متفرع ROM 57170. **ز،** أنبوب شبه حلزوني ROM 62128. **حـ،ط،** أنبوب دائري USNM 275692. **ك،** أنبوب منفصل جزئيا ROM 62129. بنى متفرعة؛ DIS، منفصلة؛ G، ممر ضيق (قناة هضمية)؛ OLB، ملجأ عضوي متغضن. تمثل قِطَع المقياس 5 ملليمتر (أ- وحـ - ك) و2.5 ملليمتر (ز).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تساعد هذه النتائج على تفسير الأساس الجزيئي لأمراض، مثل التصلب الجانبي الضموري، والضُّمور العضلي نُخاعِيِّ المَنْشَأ.

CLP1 links tRNA metabolism to progressive motor-neuron loss

T Hanada *et al*

doi:10.1038/nature11923

الحياة القديمة

الطيور الموجودة منذ القِدَم تشبه الديناصور

فُتِحت نافذة على القدرات التناسلية التطورية للطيور، من خلال تحليل الحفريات المكتشَفة حديثًا لطيور بدائية، تعود إلى حِقَب الحياة الوسطى للصين. وتعود العيِّنات ـ التي عمرها أكثر من 120 مليون عام ـ إلى ثلاث أمهات من الطيور. وهذه العيِّنات الأولى التي وُجدت بها أنسجة أجهزة المبايض الرخوة ما زالت محميَّة. وتُبيِّن الحفريات أن تلك الطيور كانت تمتلك مبيضًا واحدًا يؤدي دوره في أي وقت منذ مرحلة مبكرة جدًّا لتطورها السحيق، بيد أن الملامح الأخرى لهيكلها ونضوجها الجنسي بقيت شبيهة جدًّا بالديناصور.

Preservation of ovarian follicles reveals early evolution of avian reproductive behaviour

X Zheng *et al*

doi:10.1038/nature11985

البيولوجيا الجزيئية

دور بروتين Trib1 في وظائف البَلَاعِم

تصنف البَلَاعِم ـ بشكل صريح ـ إلى نوعين: خلايا M1 المناعية ضد العدوى الميكروبية النشطة؛ وخلايا M2 لها أنشطة واسعة تشمل إصلاح الأنسجة، والعدوى بالديدان الطفيلية، وتفاقم الورم، ومختلف اضطرابات الأيض. وتوضح هذه الدراسة أن بروتين Tribbles homolog1 ـ ويُختَصَر (Trib1)، وهو بروتين منخرط في تهيئة انْحِلال البروتين عبر التفاعل مع إنزيم لجاز اليوبيكويتين (COP1) الرابط ـ يعتبر أساسيًّا لتطور البَلَاعِم المقيمة بالأنسجة الشحمية مع نمط ظاهري شبيه بخلايا M2. ويؤدي نقص بروتين Trib1 إلى تعبير شاذ لعامل النسخC/EBPa ، وإعاقة وظيفة الأنسجة الشحمية. وتسبب طفرات TRIB1 اضطرابات أيض، بما في ذلك تصلب الشرايين، وفرط شحوم الدم. وتشير هذه الدراسة إلى تفسير محتمَل للعلاقات بين بروتين Trib1، واضطرابات التمثيل الغذائي في البشر.

Critical role of Trib1 in differentiation of tissue-resident M2-like macrophages

T Satoh *et al*

doi:10.1038/nature11930

ارتباط المستقبِل الأدرينالي بالإندوسومات

يُفترض ـ بشكل كبير ـ أن الإشارات المرتبطة ببروتين جي (G) تحدث فقط بغشاء البلازما. وفي هذه الدراسة، استخدم مارك فون زاسترو وزملاؤه الأجسام المضادة محدَّدة الهيئة أحادية السلسلة؛ لبحث تنشيط المستقبِل الأدرينالي-β2 مباشرة، وهو مستقبِل أوّلي، مقترن ببروتين جي، و أقرباؤه من بروتينات جي، (Gs)، في الخلايا الحية. وأظهروا أن الإشارات الكلاسيكية أو القانونية (المتعارف عليها) ـ المرتبطة ببروتين جي ـ تحدث من الإندوسومات، وكذلك من غشاء البلازما.

Conformational biosensors reveal GPCR signaling from endosomes

R Irannejad *et al*

doi:10.1038/nature12000

علم النبات

آليّات استقطاب الخلية النباتية

ترتبط بروتينات ناقل تَدَفّق الأوكسين (PIN) بشكل وثيق باستقطاب الخلية في النباتات، وتلعب أدوارًا مهمة في تطور النبات. ومما يثير الاهتمام والفضول أنّ التموضع القطبي لناقل انْبِثَاق الأوكسين (PIN) يكون دائمًا عموديًّا على محور اتجاه الأنبوب متناهي الصِّغَر (المجهري)، وآليات هذه العلاقة ما زالت مجهولة. وتشخّص هذه الدراسة الآلية الجزيئية، المسؤولة عن تأسيس القطبية في الخلايا النباتية بإظهار أن مقتّنات التنظيم الأُنَيْبِيَّة CLASP وMAP65 تتحكم في استقطاب ناقل تدفق الأوكسين PIN أيضًا.

CLASP-mediated cortical microtubule organization guides PIN polarization axis

K Kakar *et al*

doi:10.1038/nature11980



غلاف عدد 4 إبريل 2013

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 4 أبريل من مجلة "نيتشر" الدولية.

البيولوجيا البنيوية

بِنْيَة انتقال الإلكترون

تقدم هذه الدراسة البِنَى البلورية للإنزيم المختزل ريدَكتيز نيتريت النحاس السيتوكروم المنصهر (*Rp*NiR)، واثنين من أشكال الطافرات، من بكتيريا التربة «رالستونيا بيكِتّي». وتقدم دقة الوضوح العالية جدًّا للبنى ـ 1.01 أنجستروم Å ـ مشاهدة على المستوى الذرى للواجهة بين البنية الأساسية لإنزيم ريدكتيز، ونطاق سيتوكروم ـ سي المُقَيد، ويُظْهِر كيف يمكن أن يحدث نقل الإلكترون بين مجالي هذا البروتين.

Structures of protein–protein complexes involved in electron transfer

S Antonyuk *et al*

doi:10.1038/nature11996

علم المناخ

دور السُّحُب في موجة حَرّ ضربت جرينلاند

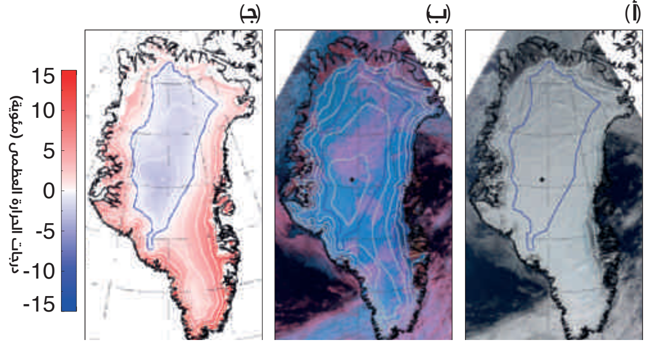
صهرت موجة الحر ـ التي ضربت جرينلاند في يوليو 2012 ـ سطح الجليد عبر كامل الغطاء الجليدي؛ لتتسبَّب في فيضان واسع. وتشير بيانات قلب الغطاء الجليدي إلى أن تلك الحوادث تحدث مرة واحدة فقط كل 150 عامًا في المتوسط، وكان آخرها في عام 1889. فحص رالف بينارتز وزملاؤه الآليات الفيزيائية وراء حدث 2012. ولوحظ أنّ عند ارتفاعات كبيرة، تلعب تلك السحب الرقيقة المحملة بالسوائل دورًا مهمًّا في تعزيز الاحترار السطحي، حيث تكون السحب كثيفة بصريًّا، ومنخفضة بما فيه الكفاية؛ لتعزيز التدفق النزولي للأشعة تحت الحمراء عند السطح. وفي الوقت نفسه، كانت السحب رقيقة بصريًّا بما يكفي لتسمح بعبور أشعة شمسية كافية لرفع درجات الحرارة السطحية فوق نقطة الانصهار. وتُظْهِر هيئة هذه السحب تكوينات تُعرَف بـ«أقواس الضباب»، أو أقواس السحب. وأقواس الضباب تشبه قوس قزح، لكنها بألوان أقل، وتنتج قطرات ماء أصغر.

July 2012 Greenland melt extent enhanced by low-level liquid clouds

R Bennartz *et al*

doi:10.1038/nature12002

الشكل أسفله | التوزيع المكاني للسحب فوق جرينلاند يوم 11 يوليو 2012 وتأثيرها على درجة حرارة السطح. أ، صورة قمر صناعي ملونة شبه حقيقية لجرينلاند رصدت بواسطة «موديس» MODIS (على القمر الاصطناعي أكوا) في 11 يوليو 2012، من 14:55 – 15:05 بتوقيت UTC العالمي (قنوات موديس 1،4،3). **ب**، صورة مصطنعة الألوان لنفس الفترة الزمنية مع تسليط الضوء على السحب الحاملة للسائل باللون الأرجواني (قنوات موديس 1،2،7). تعرض النجمة موضع الذروة. توضح خطوط الكونتور البيضاء ارتفاع التضاريس كل 500 متر ببداية عند ارتفاع 1000 متر. **جـ**، درجة الحرارة العظمى بالمُحاكاة تحت ظروف بلا سحب. يحاكي الخط الأزرق قيمة الصفر المئوي (0 °C) من حيث درجة الحرارة، أي الرقم القياسي الذي يحدث أدناه الانصهار تحت ظروف خالية من السحب. هذا الخط معروف أيضًا في (أ) و(ب) كإشارة مرجعية.



الوراثة النباتية

جينوم القمح.. من (أ) إلى (د)

الجينوم سداسي الصبغيّات (الكروموزومات) لقمح الخبز *Triticum aestivum* المُميز بالصيغة الوراثة AABBDD، تطوّر نتيجة لتهجين 3 من حشائش الأسلاف. وقد قدّمت ورقتان بحثيتان نشرتا بمجلة «نيتشر» على الإنترنت متتابعات الجينوم لاثنين من أسلاف القمح، وتحليلًا لها. أولًا، متتابعات جينوم القمح البري ثنائي الصبغيّات *T. urartu* (جد الجينوم A)، الشبيه بالقمح المستنبت أكثر من قمح *Aegilops speltoides* (جد الجينوم B)، أو قمح *Ae. Tauschii* (المانح للجينوم D). ثانيًا، جينوم *Ae. Tauschii* ، بجانب تحليل الترَنسكريبتوم الخاص به. وهذه الجينومات وتحليلاتها ستكون أدوات قوية لدراسة جينومات القمح المركبة متعددة الصبغيّات، ومصدرًا قيمًا لتحسين القمح وراثيًّا.

Draft genome of the wheat A-genome progenitor Triticum urartu
H Ling *et al*
doi:10.1038/nature11997

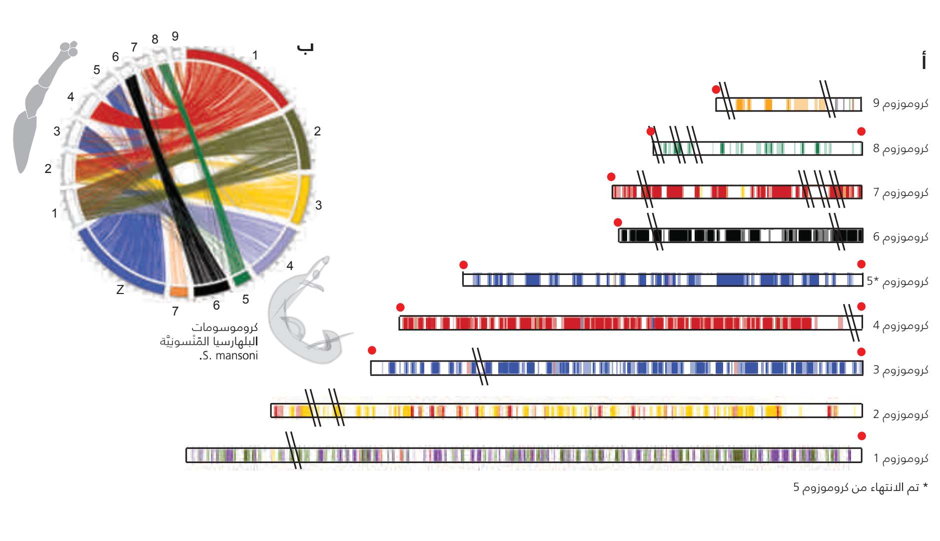
Aegilops tauschii **draft genome sequence reveals a gene repertoire for wheat adaptation**
J Jia *et al*
doi:10.1038/nature12028

البيولوجيا البنيوية

بِنَى الكريبتوكروم المُقيّد وغير المُقيّد

الكريبتوكرومات هي خلايا مستقبلة للضوء، موجودة في النبات والحيوان، وضرورية لوظيفة الساعة البيولوجية. وفي هذه الدراسة، عرض نينج جنج وزملاؤه أول بنية بلورية لبروتين كريبتوكروم من الثدييات (CRY2)، في الحالات المقيدة والحرّة. ويكشف التحليل البنيوي سمات جديدة غير متوقعة، مقارنة بالكريبتوكرومات الأخرى الحساسة للضوء، ويضع إطارًا لفهم كيفية عمل الكريبتوكرومات في مسار الساعة البيولوجية. ومن الأهمية بمكان الآلية التي يلتقط بها بروتين الثدييات F-box كريبتوكروم CRY2 ، باحتلال جيب تقييد ثُنائِي نُوكليوتيدِ الفلافين والأَدنين (FAD) مع ذيل الطرف (سي) الحامل للتربتوفان.

SCF^{FBXL3} ubiquitin ligase targets cryptochromes at their cofactor pocket
W Xing *et al*
doi:10.1038/nature11964



جينوم الطفيليات

فك متتابعات أربعة جينومات للديدان الشريطية

تسبِّب الديدان الشريطية داء المشوكات، وداء الكيسات المذنبة، وهما اثنان من أشد الأمراض الطفيلية لدى البشر ضراوة، وكلاهما على قائمة منظمة الصحة العالمية للأمراض الاستوائية (المدارية) المهملة. ومؤخرًا، تم نشر خرائط المتتابعات الجينومية لأربع من الديدان الشريطية: المشوكة عديدة المَساكِن المُعْدِيَة للإنسان، والمشوكة الحبيبية، والشريطية الوحيدة، والنموذج المختبري (المحرشفة الفُوَيهاء)؛ مما يقرب تحديد الأهداف الدوائية المحتملة لعلاج عدوى هذه الديدان الشريطية. ولذلك.. فهو تطور مُرَحَّب به. ويوفر تحليل المتتابعات تَبَصُّرًا ثاقبًا لتطور التطفل، ويكشف الفقد الشديد للجينات والمسارات المنتشرة بالحيوانات الأخرى من جهة، والتمددات الجينية لأنواع حيوانية محددة من جهة أخرى. وتبيَّن أن هناك آلاف البروتينات المرشحة كأهداف في الدودة المشوكة عديدة المَساكِن المُعْدِيَة للإنسان، ومن بينها 200 بروتين لها أعلى النتائج التي يمكن استهدافها بالعقاقير الموجودة.

The genomes of four tapeworm species reveal adaptations to parasitism
I Tsai *et al*
doi:10.1038/nature12031

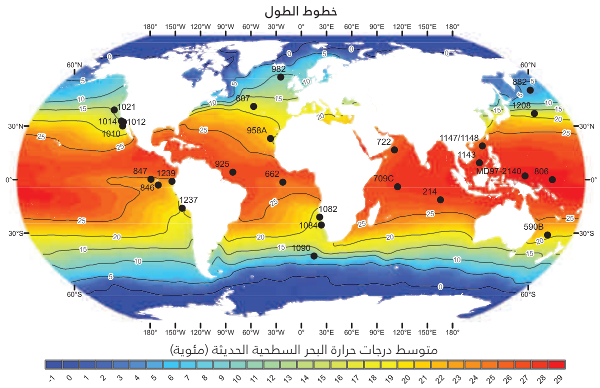
الشكل أعلاه | جينوم الدودة الشريطية (المشوكة عديدة المَساكِن). أ، تسعة كروموزومات مجمعة (كروموزوم 1-9) من المشوكة عديدة المَساكِن مع التيلوميرات (نقاط حمراء). الثغرات (الفجوات) المادية في تجميع التتابعات (الخطوط القُطرية/المائلة) موصولة ببيانات الخريطة البصرية (الضوئية). **ب**، روابط مُتعامِدة (أورثوغرافية) واحد لواحد تربط بين كروموزومات المشوكة عديدة المَساكِن وكروموزومات البلهارسيا المَنْسونِيَّة.

علم المواد

إشابة ذاتية للألمونيوم في سلك سيليكون

تُعد أسلاك أشباه الموصلات النانوية كتل بناء بالنسبة إلى الإلكترونيات، ومعالجة المعلومات كميًّا، وتقنيات أخرى نانوية المستوى. وتستخدم الإشابة ـ الدمج المخطط للشوائب ـ للسيطرة على خواص الأسلاك النانوية. ومؤخرًا، باستخدام مسبار الرسم السطحي الذري بالليزر فوق البنفسجي شديد التركيز، ولَّد أسامة موتانابير وزملاؤه خرائط ذرة بذرة ثلاثية الأبعاد لسلك سيليكون نانوي مفرد محفّز بالألمونيّوم، كاشفًا عن توزيع متجانس لشوائب الألمونيوم. وبرغم أن وجود الألمونيوم بتركيزات تتجاوز الذوبان المتزن للمادة الصلبة، فلا تجمع أو ترسيب. ويوضح المؤلفون هذا من خلال نموذج حركي لنمو السلك النانوي بتدفق خطوي (متدرج) مع وجود ألمونيوم مُذاب محتجز عند حواف الخطوة. وترى هذه الدراسة أساليب ممكنة للتحكم في حقن المحفز، وتفصيل تكوين وخواص الأسلاك النانوية؛ لإنجاز خصائص محددة. وقد برز الألمونيوم كمحفز مؤثر في صناعة أسلاك السيليكون النانوية الوظيفية، بديلًا عن الذهب، وكذلك يعمل الألمونيوم كمادة للدمج المحكم للشوائب.

Colossal injection of catalyst atoms into silicon nanowires
O Moutanabbir *et al*
doi:10.1038/nature11999



علم المناخ

النماذج المناخية للبحر في عصر البليوسين

يُعدّ عصر «البليوسين الحديث» المبكر ـ حقبة دافئة منذ حوالي 3 إلى 5 مليون عام ـ هو أحدث عصر مرت فيه الأرض بمستويات ثاني أكسيد كربون مشابهة لمستوياته اليوم. ولذلك.. من المهم فَهْم ظروف مناخ عصر البليوسين المبكر وآلياته. وقد جَمَّع أليكسي فيدوروف وزملاؤه المؤشرات المتاحة للمناخ، التي تكشف أن البليوسين المبكر كان له تقريبًا درجات الحرارة العظمى ذاتها لسطح البحر حاليًا، لكن بتدرجات ضعيفة لدرجة الحرارة شمالاً وجنوبًا ـ خاصة عند المحيط الهادئ الاستوائي ـ والاتجاه من الشرق إلى الغرب. ولا يمكن اعتماد أيٍّ من الآليات المستخدمة حاليًا بنماذج المناخ الراهن لدراسة حالة مناخ عصر البليوسين المبكر، مما يعني أن التحديات لا تزال قائمة لصياغة نماذج عمليات النظام الأرضي في مناخات أكثر دفئًا من المناخ الحالي.

Patterns and mechanisms of early Pliocene warmth

A Fedorov *et al*

doi:10.1038/nature12003

الشكل أعلاه | خريطة مواقع (نقاط) برنامج الحفر في المحيط (ODP) ومياه البحر العميقة، حيث تم إنتاج البيانات وتركيبها على الخريطة السنوية لمتوسط درجات حرارة البحر السطحية الحديثة (SST)— خطوط كونتور.

علم الأعصاب

تطوُّر قشرة المخ البصرية لحديثي الولادة

توجه العوامل الذاتية الجوهرية والمجرّبة عملية تنميط المسارات العصبية، وتأسيس سمات الاستجابة الحسية خلال النمو بعد الولادة. وفي حين أنه من المعلوم أن المعالجة الحسية تعتمد على التوصيلات الدقيقة لمجموعة الدوائر المجهرية (الكهربية) بقشرة المخ البصرية، فما زالت كيفية تطور هذا الربط الوظيفي غير واضحة؟. وبناء على التسجيلات الكهربائية للعصبونات المجاورة، وقياسات حركيات الشبكة المتغيرة باستخدام التصوير بالكالسيوم، قدَّم توماس مرسيك فلوجل وزملاؤه اقتراحًا بأن تفضيل السمة العصبونية يُكتسب بدايةً قبل الخبرة الحسية بطريقة التغذية إلى الأمام، وبوجود المدخلات المنمطة التي تقود لاحقًا تشكيل الدقة ضمن الشبكة، عقب إعادة ترتيب ملائم للتوصيلات المشبكية.

The emergence of functional microcircuits in visual cortex

H Ko *et al*

doi:10.1038/nature12015

فيزياء الكمّ

التبديل المغناطيسي الكَمِّي

تعمل الذاكرة المغناطيسية والأجهزة المنطقية حاليًا بسرعات تبديل تبلغ جيجاهرتز. ويستلزم الوصول إلى نظم تتجاوز سرعتها تيراهرتز تقنيات جديدة. ويُعتبر التبديل المغناطيسي البصري بالكامل ـ الفائق السرعة باستخدام معالجة غزلية مترابطة ـ منافسًا بارزًا. ويشرح إلياس بيراكيس وزملاؤه تطويرًا لهذه التقنية التي تحقق الفيمتوثانية (10 -15 ثانية) لجميع التبدلات البصرية كليًّا للحالة المغناطيسية عبر إقامة عنصر مغنطة هائل من مستوى حضيضي (ground state) مضاد للنفاذية المغناطيسية العالية (antiferromagnetic). ويحدث التبدل إلى المغناطيسية عالية النفاذية في $Pr_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$ خلال 120 فيمتوثانية، وهي فترة قصيرة لانتقال طوري غير متزن مغناطيسيًّا. ويُعدّ هذا مبدأ جديدًا في التبديل المغناطيسي، يماثل عمليات كيمياء الفيمتو، حيث تستطيع المنتجات الفوتونية للتفاعلات الكيميائية والكيميائية الحيوية أن تتأثر بإنتاج تراكبات ملائمة للحالات الجزيئية. وهذا العمل البحثي وثيق الصلة بمجالات الكيمياء المغزلية والبيولوجيا الكمية والإلكترونيات المغزلية.

Femtosecond switching of magnetism via strongly correlated spin–charge quantum excitations

T Li *et al*

doi:10.1038/nature11934

علوم الأرض

كيف تشكَّل الغربُ الأمريكي جيولوجيًّا

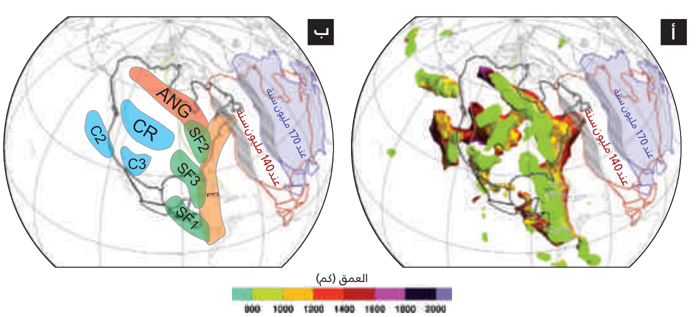
التاريخ المقبول عمومًا لكيفية تطور جيولوجيا غرب أمريكا الشمالية يرتبط بصفيحة فالارلون المحيطة، التي تعمل كحزام ناقل، لتجرف تضاريس القشرة الأرضية فوق الهامش القاري، كلما تحركت من تحت صفيحة أمريكا الشمالية. وهذا النموذج يخفق في تفسير جوانب عدة لشظايا القشرة الأرضية الملتحمة، وهي جزء من مادة القشرة ـ تنتمي إلى لوح تكتوني ـ التحمت بالقشرة فوق لوح آخر. وهنا تعرض كارين سِجلوش، وميتشل ميهاليِنُك نموذجًا بديلاً قائمًا على صور شعاعية طبقية جديدة لبلاطات الوشاح الصخري السفلية، ونموذج البنية العميقة للوشاح الصخري بالمنطقة. ويرى الباحثان أنه أثناء الحقبة الطباشيرية كانت هناك سلسلة من أقواس الجزر غرب أمريكا الشمالية، سُحبت من تحتها ألواح المحيط الهادئ الأولية (بانثالاسّا) إلى خنادق ثابتة تقريبًا. ونمت أرخبيلات بركانية مُعمِّرة، وتكوينات جيولوجية مركبة اندساسية فوق البلاطات، ومن ثم التحمت بأمريكا الشمالية أثناء تجاوزها للأرخبيلات؛ مسببةً حلقات بناء كورديرا، وهي جبال أو نطاقات جبلية واسعة بمحاذاة الساحل.

Intra-oceanic subduction shaped the assembly of Cordilleran North America

K Sigloch *et al*

doi:10.1038/nature12019

الشكل أسفله | بلاطات تحت أمريكا الشمالية والحركة القارية عبر الزمن. **أ،** البلاطات المسحوبة على عمق 900 كيلومترًا وأقل. نموذج بالرسم السطحي لموجة (P) مقدمًا كخطوط كونتور ثلاثية الأبعاد، تشتمل بنية أسرع من المتوسط. يعبر اللون عن العمق وتغيراته كل 200 كم؛ يُضاء المشهد لتوصيل منظور ثلاثي الأبعاد. بمعدل هبوط حوالي 10 مليمترات سنويًّا، تم ترسيب هذه البلاطة في فترة منذ 200 إلى 90 مليون عام. أُظهرت المواضع القارية المُعاد تركيبها منذ 140 مليون عام في إطار إشارة للبقاع الساخنة منذ 170 مليون عام في إطار هجيني من المغناطيسية القديمة و/أو البقاع الساخنة. تمثل المساحة المظللة عدم يقين بمواقع الهامش القاري في العصر الجوراسي/الطباشيري؛ وتظهر مساحة الظل المتقطع تضاريس أرضية ملتحمة عبر العصر الطباشيرية والعصر الثالث المبكر. **ب،** شكل تفسيري. تنقسم جدران البلاطات لأربعة مجموعات: بلاطات فارالون الشمالية/كاسكاديا (أزرق) وبلاطات فارالون الجنوبية (أخضر)، نظرًا للاندساس شرقًا؛ ألواح أنجايوشام (ANG) (Angayucham)، أحمر)، وبلاطات ميزكاليرا (MEZ)، برتقالي)، نظرًا للاندساس غربا. قبل 140 مليون عام، فصلت أحواض المحيطات الكبيرة شمال أمريكا عن خنادق أنجايوشام/ ميزكاليرا.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الطب الجزيئي

المُمْرِض يستهدف بروتينات المَيريستويلة

يتم تعديل ما يقرب من واحد في المئة من بروتينات حقيقيات النواة بمجموعات مَيْريستويل، التي تيسر التفاعلات الدينامية فيما بين البروتينات، وبين البروتين والغشاء. وهذا يعني أن عملية N-myristoylation مهمة للإشارات الخلوية، لكنها أيضًا تجعلها هدفًا لمسببات الأمراض الساعية إلى تعديل طبيعة تأشير خلية المضيف. ووصف نيل ألتو وزملاؤه آلية الإمراض غير المعترف بها سابقًا، إذ تشمل عملية نزع دائم للمَيريستويلdemyristoylation من البروتين، محفزة بواسطة IpaJ، وهو بروتين مُسْتَفْعِل (مؤثِّر) من النوع الثالث لبكتيريا الشغيلة نظيرة الزُّحاريّة مع نشاط إنزيم بروتياز السيستايين. ويشق بروتين IpaJ مجموعة من البروتينات المَيريستويلة N-myristoylated المنخرطة في النمو الخلوي، ونقل الإشارة، ونضج الجُسَيْم البَلْعَمِي الذاتي، ووظيفة العُضَيّ.

Proteolytic elimination of N-myristoyl modifications by the Shigella virulence factor IpaJ

N Burnaevskiy *et al*

doi:10.1038/nature12004

البيولوجيا الجزيئية

تحفيز إنزيمي لهجرة فوسفونو جديدة

حُفِّزَت الخطوة الأخيرة في التخليق الحيوي للفوسفومَيْسين fosfomycin ـ مضاد حيوي مستخدم لعلاج التهابات القدم السكرية، والتهابات المسالك البولية السفلى ـ بواسطة إنزيم غير دموي، يعتمد على الحديد، ويسمى: S-2-hydroxypropylphosphonate) (2-HPP) epoxidase (HppE.. وينطوي التفاعل على تفاعل غير معتاد، نازِع للهيدروجين، يتم فيه تحويل كحول (S-2-HPP) الثانوي إلى «حلقة إيبوكسيد» من فوسفوميسين. وفي هذه الدراسة، أظهر المؤلفون أن الإنزيم يمكنه أن يحفز أيضًا تفاعل هجرة 1،2-فوسفونو (1,2-phosphono) ، وهو تحوُّل كيميائي لا سابق له بيولوجيًّا. وقد تمهد هذه النتيجة الطريق لإنتاج منتجات طبيعية جديدة، تحتوي على الفوسفونات، ومشتقات فوسفونو جديدة.

Mechanistic studies of an unprecedented enzyme-catalysed 1,2-phosphono-migration reaction

W Chang *et al*

doi:10.1038/nature11998

البيولوجيا الجزيئية

نشاط إنزيم لايسين دياسيتَيْليز للسيرتويني

جذبت إنزيمات عائلة سيرتوين (sirtuin) اهتمامًا كبيرًا، نظرًا إلى أنها تنظم الشيخوخة، والنسخ، وموت الخلايا المبرمج، والأيض. وتوصف غالبًا إنزيمات دياسِتيليز بأنها تعتمد على ثُنائيّ نيوكليوتيد النِّيكوتيناميد، والأَدَنين (NAD). والواقع أن للبعض منها نشاط دياسيتَيْليز ضعيفًا جدًا في أنبوب الاختبار، وظهر سابقًا أن اثنين منها يستخدمان ـ تفضيليًّا ـ ركائز بديلة. وهنا، ظهر أنّ هذا الإنزيم البشري Sirt6 ـ المهم لإصلاح الحمض النووي وللنسخ ـ يزيل مجموعات الأسيل الدهنية طويلة السلسلة، مثل مَيْريستويل1 (myristoyl)، من بقايا اللايسين، وله وظيفة تعزز إفراز TNF-α . ونشاطه الموصوف سابقًا كـ«دياسيتيليز الهستون» ـ النازع لمجموعة الأسيل من الهستون ـ يمثل جزءًا فقط من وظيفته. ويشير تشخيص نشاط إنزيم Sirt6 البشري الجديد إلى أسيلة بروتين لايسين دهنيًّا كمنطقة مهمة للدراسة.

SIRT6 regulates TNF- α secretion through hydrolysis of long-chain fatty acyl lysine

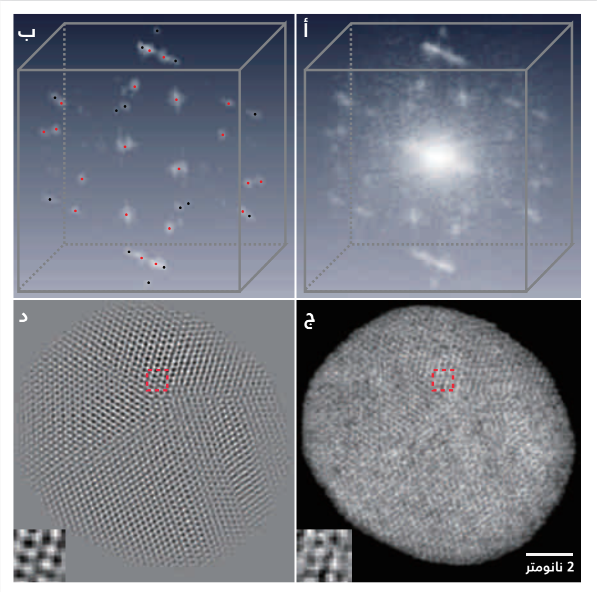
H Jiang *et al*

doi:10.1038/nature12038

الوراثة

إجهاد طُوبُولُوجي في تضاعف الصبغيّات

إنّ مُركبات إنزيم البوليمراز مقترنة الخيطين، المُوَجِّه والمُتأخِّر، التي تقود تضاعف الكروموزوم في العائِيات (الفيروسات البكتيرية) والبكتيريا تستحدث مشكلة طُوبُولُوجية ينبغي حلها. وأحد الحلول هو إطلاق إنزيم بوليميراز الخيط المتأخر من «كِسرة أوكازاكي». وهذا النموذج يقترح أن بروتينًا أو إنزيمًا ـ مثل برايمير primase ـ من شأنه أن يؤدي إلى إطلاقه. وأظهر مايكل أودونل وزملاؤه مؤخرًا أنه لا توجد أي إشارة من هذا القبيل. وبدلاً من ذلك.. عندما يكون إنزيم بوليميراز الخيط المتأخر موجودًا داخل الربليسوم (replisome) المُقَيِّد، فإنه يخفض درجة المعالجة processivity التي تظهر تفككه الدوري. وبحسب هذا النموذج، يحدث إطلاق الإشارة بسبب طوبولوجيا الحمض النووي، التي ربما تُنْتَج من التوتر فائق



الفيزياء البنيوية

منظور ثلاثي الأبعاد لجسيمات نانويّة بلوريّة

تشير هذه الدراسة إلى مزج جديد فيما بين تقنيات مؤكدة قادرة على تحقيق صور وأفلام ثلاثية الأبعاد للجسيمات النانوية عند المقياس الذري. وبتحديد «قمم براج» ثلاثية الأبعاد ـ قمم منحنى فقدان طاقة الأشعة السينية خلال انتقالها عبر الهدف ـ في إعادة تركيب تصوير الإلكترون الشعاعي الطبقي مقترنًا بترشيح فورييه ثلاثي الأبعاد، يراقب المؤلفون تقريبًا كل الذرات بجسيم بلاتينيوم نانوي متعدد التبلر. وتكشف الصور الناتجة ملامح مخفية بالمساقط التقليدية ثنائية الأبعاد، بما في ذلك البنية الأساسية لتخلُّع الحافة والدوران، وتفاصيل بنية الحدود التوأم في لب الجسيم النانوي. وتشمل التطبيقات الممكنة لتلك التقنية: علوم المواد، وعلوم النانو، وفيزياء الحالة الصلبة، والكيمياء.

Three-dimensional imaging of dislocations in a nanoparticle at atomic resolution

C Chen *et al*

doi:10.1038/nature12009

الشكل أعلاه | تركيب ثلاثي الأبعاد لجسيمات البلاتين النانوية متعددة التوأمة قبل وبعد التعرض لمُرَشِّح فورييه ثلاثي الأبعاد. أ، تحول فورييه ثلاثي الأبعاد لتركيب خام للجسيم النانوي. **ب،** تحول فورييه ثلاثي الأبعاد للتركيب بعد استخدام ترشيح فورييه ثلاثي الأبعاد حيث صُبغت قمم براج (111)، و(200) بنقاط حمراء وسوداء على التوالي. **ج،** شريحة مركزية بسمك 2.6 أنجسترومِ في المستوى السيني الصادي للتركيب الخام، حيث يكون المحور Z بامتداد اتجاه الشعاع. **د،** شريحة التركيب ثلاثي الأبعاد ذاتها، بعد تطبيق مُرَشِّح فورييه ثلاثي الأبعاد، حيث تكون كل الذرات تقريبًا (بالأبيض) مرئية. تنتج الحدود الواضحة للجسيم النانوي عن تضاعف البنية ثلاثية الأبعاد بشكل ثلاثي الأبعاد تم الحصول عليه من تركيب (EST) (أساليب). تُظهر التدرجات منطقة مُكبَّرة للمواضع الذرية قبل وبعد استخدام مرشح فورييه ثلاثي الأبعاد.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الحلزونية superhelical في الحمض النووي المخلق حديثًا.

A solution to release twisted DNA during chromosome replication by coupled DNA polymerases

I Kurth *et al*

doi:10.1038/nature11988

الطب الجزيئي

مسار جلوتامين جديد بسرطان البنكرياس

تحمل أورام البنكرياس غالبًا طفرات لمركب KRAS المنشط. وتصف هذه الدراسة مسارًا جديدًا ينظمه KRAS، الذي يعتبر بالغ الأهمية لجلوتامين التمثيل الغذائي بخلايا سرطان البنكرياس البشري، وهو مطلوب لنمو الورم. ويبدو أن هذا المسار يحافظ على توازن الأكسدة والاختزال، لكن يمكن الاستغناء عنه في الخلايا الطبيعية، ليتيح سبيلاً ممكنة لتعقُّب مركبات مضادة للأورام، قد تعمل في سرطان القناة البنكرياسِيَّة الغُدّي، وهو سرطان بالغ العدوانية، ويقاوم العلاجات الكيميائية والإشعاعية والمستهدفة بشدة.

Glutamine supports pancreatic cancer growth through a KRAS-regulated metabolic pathway

J Son *et al*

doi:10.1038/nature12040



غلاف عدد 11 إبريل 2013
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 11 أبريل من مجلة "نيتشر" الدولية.

بيولوجيا النبات

المغذِّيات.. وتنشيط النسيج الإنشائي

تحتوي أنسجة النبات الإنشائية على خلايا جذعية تُعِين على النمو في المرحلة ما بعد الجنينيّة. وتركز النماذج الراهنة لوظائف النسيج الإنشائي على التنظيم (التقنين) الهرموني. وفي هذه الدراسة، نظر جين شين وزملاؤه في دور إشارات مغذيات تدفعها عملية التمثيل الضوئي؛ فوجدوا أن الجلوكوز المستمد من عملية التمثيل الضوئي يقود التأشير ـ المستهدف من رابامِيسين (TOR) ـ مما يؤدي إلى تجديد برمجة انتساخ لجينات منخرطة في تنظيم دورة الخلية. ويقوم المستهدف من رابامَيسين (TOR) بتنشيط عامل النسخ (E2Fa) مباشرة؛ مما يؤدي إلى اضطراد دورة الخلية ونمو الجذور.

Glucose–TOR signalling reprograms the transcriptome and activates meristems

Y Xiong *et al*

doi:10.1038/nature12030

علم الأعصاب

المدخلات العصبية المتنافسة تغذِّي القلق

النواة السريرية للقناة الطرفية (BNST) ـ منطقة الدماغ المنخرطة بمشاعر الخوف والقلق ـ تبرز بمناطق الدماغ أدوارًا متناقضة أيضًا، بما في ذلك الأدوار المنخرطة في استجابات الإثابة. ومؤخرًا، نظرت دراستان في الخصائص الوظيفية لمختلف المناطق الفرعية لإسقاطات النواة السريرية للقناة الطرفية لدى الفئران. وقد فحص جاريت ستوبر وزملاؤه هذه الإسقاطات بالمنطقة السقيفية (الغشائية) البطنية؛ فوجدوا أن الإسقاطات الجلوتاميرجية glutamatergic والجابارجية (GABAergic) لها آثار متعارضة على الإثابة والنفور. وبدورهم، وجد كارل دايسيروث وزملاؤه أن المناطق الفرعية المختلفة للنواة السريرية للقناة الطرفية تزيد القلق وتقلل منه، وأن التوقعات المتميزة تعدِّل مختلف سمات القلق. ويشير هذا العمل إلى أن القلق لا ينشأ عن دارة عصبية واحدة، ولكنْ عن تفاعل بين الدارات المنتجة والمخفِّضة للقلق.

Diverging neural pathways assemble a behavioural state from separable features in anxiety

S Kim *et al*

doi:10.1038/nature12018

Distinct extended amygdala circuits for divergent motivational states

J Jennings *et al*

doi:10.1038/nature12041



علوم الأرض

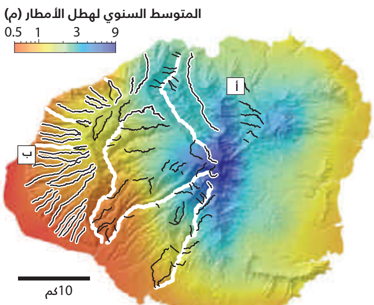
كيف تجري الأنهار عبر صخر الأديم

رغم أنه يبدو من الطبيعي افتراض أن معدل نحت النهر عبر الصخور يتأثر بمستويات هَطْل الأمطار عبر المنطقة، ثُبت صعوبة حساب التأثير. وتوفر جزيرة كاواي بجزر هاواي منطقة دراسة طبيعية لتناول هذا الموضوع.. فلديها نطاق واسع من معدلات هطل الأمطار، لكن عوامل غير مناخية قد تؤثر على شق النهر ـ كأنواع الصخور والعمليات التكتونية ـ تُظْهِر تفاوتًا قليلاً. تقدم هذه الدراسة قياسات لمعدلات شق النهر بجزيرة كاواي تؤكد أن لمعدلات هطل الأمطار تأثير مديد على معدلات شق قاع النهر. وتُقدِّم النتائج دليلاً تجريبيًّا نادرًا لاقتران المناخ بشق النهر، مما يعني أن الآثار التي تتبأت بها النماذج المقترنة ـ للتعرية وتشوهات أديم الأرض والمناخ ـ يمكن أن تحدث بالفعل.

Climatic control of bedrock river incision

K Ferrier *et al*

doi:10.1038/nature11982



الشكل أعلاه | هَطْل الأمطار عبر كاواي. تظهر ألوان الخريطة المتوسط السنوي الحديث لهطل الأمطار، مُنمْذَجًا باستبانة 10-m، تعلوها خريطة مُظلَّلة. تشير الخطوط البيضاء إلى قنوات فُحصت في تحليل متوسط الوقت، بينما تشير الخطوط السوداء إلى قنوات فُحصت في تحليل عابر (انتقالي)، كذلك الخطوط السوداء الموضوعة فوق الخطوط البيضاء تشير إلى قنوات تم فحصها باستخدام كلا التحليلين. تعرض الصور على اليمين مواقع بالأجزاء الأكثر رطوبة والأكثر جفافا من كاواي.

علم الفلك

المطر يربط حلقات زحل بالغلاف الجوي

اقترح باحثون رابطًا مغناطيسيًّا بين زحل ونظامه الحلقي. وهذا قد يفسر ـ من بين أمور أخرى ـ كثافات الإلكترون المنخفضة بشكل غير متوقع، ودرجات الحرارة المرتفعة الملحوظة بالغلاف الأيوني. ومؤخرًا، لوحظت تلك الحلقة المفقودة. وتتسق بيانات تيليسكوب كيك (Keck II) حول الطيف القريب من الأشعة تحت الحمراء، التي تركز على خط الزوال المغناطيسي بظَهيرة زحل، مع انتقال الماء المشحون من الحلقات إلى الغلاف الأيوني، الكافي لإغراق ثلث سطح الغلاف الجوي العلوي للكوكب. ويربط «مطر الحلقات» حلقات زحل بالكوكب كهربيًّا ومغناطيسيًّا، مما يؤدي إلى تعديل كوكبي لكيمياء الغلاف الجوي العلوي.

The domination of Saturn's low-latitude ionosphere by ring 'rain'

J O'Donoghue *et al*

doi:10.1038/nature12049

علم المناخ

احتدام سخونة خطوط العرض الشمالية

لوحظت درجات حرارة مرتفعة استثنائيًّا بجرينلاند وروسيا وغيرها من مناطق خطوط العرض الشمالية البعيدة في العقد الماضي. وحتى الآن، لم يتم التمكن من تحديد الدرجة التي يمكن عندها اعتبار أيّ من فترات الدفء الشديد شاذة في ضوء المتغيرات التاريخية. لذلك، كانت هناك حاجة إلى نهج إحصائي أكثر صرامة. ومؤخرًا، أظهر مارتن تينجلي وبيتر هايبرز ـ باستخدام مقاربة افتراضية تراتبية، وسجلات مناخية عديدة ـ أن فصول الصيف المُبكرة للقرن الواحد والعشرين بالشمال البعيد هي الأدفأ منذ عام 1400. ودرجات الحرارة الدافئة القصوى التي رُصدت مؤخرًا غير مسبوقة، مقارنةً باتجاهات درجات الحرارة في الستمئة عام الماضية.

Recent temperature extremes at high northern latitudes unprecedented in the past 600 years

M Tingley *et al*

doi:10.1038/nature11969

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأحياء المجهرية

إعادة تدوير بروتينات العتيقات البحرية

رواسب قاع البحر هي موطن نحو نصف الكائنات الدقيقة في المحيط، بما في ذلك عدد كبير من العتيقات (Archaea) التي لم تُستنبت في المختبر. وتُحدد كارين لويد وزملاؤها هنا هويّة كائنات مجموعة العتيقات البحرية المتنوعة غير المستنبتة (MCG)، وكائنات المجموعة البحرية القاعية - د (MBG-D) كالعتيقات السائدة في الرواسب. ويشير التحليل الجيني لوحيدات الخلية لأربعة أنواع مختلفة من الخلايا إلى أنها تنتمي إلى فروع جديدة من شجرة العتيقات. وتُشفِّر كل الخلايا الخاضعة للفحص إنزيمات خارج خلوية تحلل البروتين، تشير إلى دور محتمل في البروتين مُعاد التعدن بالرواسب البحرية ناقصة الأكسجين.

Predominant archaea in marine sediments degrade detrital proteins

K Lloyd *et al*

doi:10.1038/nature12033

البيولوجيا البنيوية

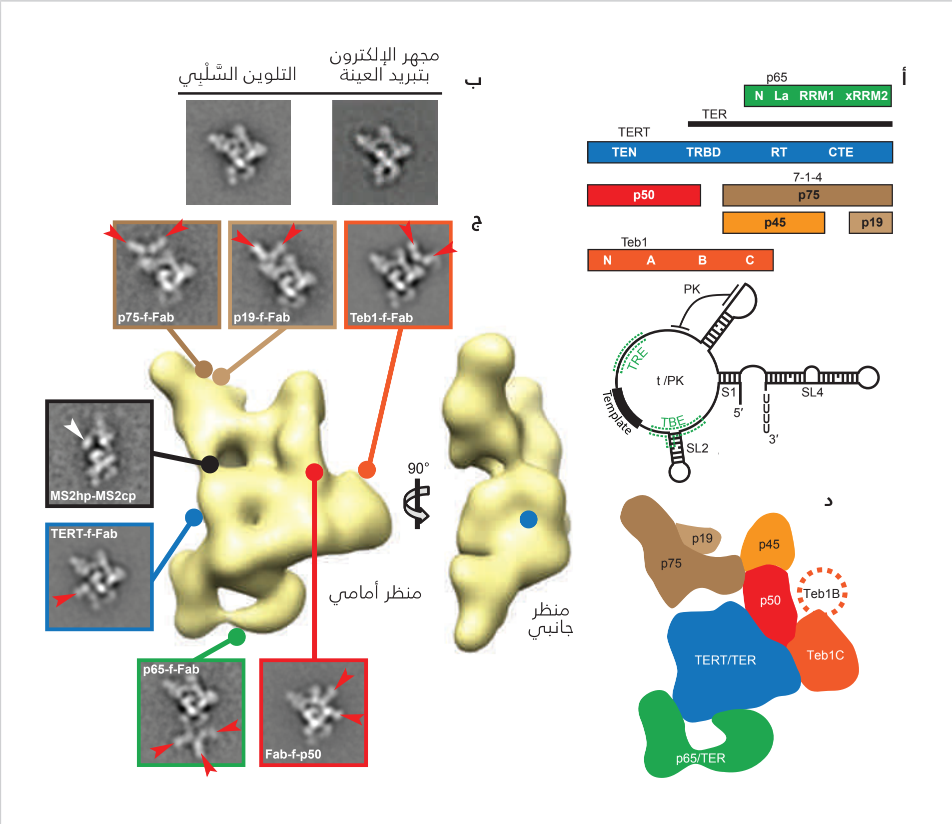
البِنَى الناقلة لعقار (MATE)

ناقلات عائلة مقذوفات العقاقير المتعددة والسُّمِّيَّة (MATE) تضفي مقاومة للعقاقير المتعددة على المُمْرضات البكتيرية والخلايا السرطانية. ومؤخرًا، تمكّن أوسامو نوريكي وزملاؤه من حل بِنَى بلورية عديدة بالأشعة السينية لناقلات العقاقير المتعددة والسمية ـ يحركها أيون الهيدروجين H+ ـ من بكتيريا العتيقات مفرطة الألفة للحرارة: تشكيلان متميزان في صورة بروتينات شحمية.. الناقل في وجود مشتق من عقار نورفلوكساسين المضاد للبكتيريا، والناقل في وجود ثلاثة مثبطات حلقية بتايدية مكتشَفة حديثًا. وقد تيسِّر مجموعة البِنَى هذه اكتشاف مضادات لناقلات مقذوفات العقاقير المتعددة والسمية؛ لمواجهة مقاومة مضادات البكتيريا والسرطان.

Structural basis for the drug extrusion mechanism by a MATE multidrug transporter

Y Tanaka *et al*

doi:10.1038/nature12014



الكيمياء البنيوية

كشف بنية إنزيم التيلوميريز

تتم المحافظة على نهايات الصبغيّات (الكروموزومات) الخطية في حقيقيات النوى عن طريق مُركب من بروتين نووي ريبوزي يسمى تيلوميريز. وقد حصلت جولي فايجُن وزملاؤها على البنية التي طال انتظارها من تيلوميريز المُهَدَّبَات ـ رباعيّة الغِشاء، أليفة الحرارة ـ بواسطة مجهر الإلكترون. تتيح صياغة النماذج بالبنى البلورية لمختلف المكونات بتحديد مركز التحفيز وتفاعلات الوحيدات (الوحدات الفرعية)، وإعادة بناء الإنزيم كاملاً مخبريًا. توفر البنية تفاصيل غير مسبوقة حول عمارة بنية مركز تحفيز البروتين النووي الريبوزي، ويكشف تنظيم وُحَيْدات عَميم الإنْزيم التي تمنح مستوى المعالجة وتربط إنزيم التيلوميراز بالتيلوميرات.

The architecture of *Tetrahymena* telomerase holoenzyme

J Jiang *et al*

doi:10.1038/nature12062

الشكل أعلاه | تركيب عَميم إنْزيم تيلوميراز رباعية الغشاء بالمجهر الإلكتروني وتموضع الوُحيدات. أ، وُحيدات ونطاقات عَميمُ الإنزيم (أعلى) والبنية الثانوية لـلحمض النووي الريب لإنزيم التيلوميراز TER (أدناه). **ب**، متوسطات فئوية مُمَثِّلة لصور مجهر الإلكترون سَلْبِية الصبغ وصور مجهر الإلكترون—يعمل بتبريد العينة—لإنزيم تيلوميراز TERT–F. **جـ**، تركيب ثلاثي الأبعاد لإنزيم تيلوميراز Teb1–F (مناظر أمامية وجانبية) ومتوسطات فئوية جسيمات إنزيم التيلوميراز الموسومة بالألُفة. تشير الخطوط ذات الرؤوس الدائرية إلى نقطة الارتباط في الجسم المضاد Fab (أسهم حمراء) وفي بروتين الغلاف MS2cp (سهم أبيض). الأطوال الجانبية للمتوسطات الفئوية في هذا الشكل والأشكال اللاحقة 350 أنجستروم °A. **د**، شكل تخطيطي للوحيدات (منظر أمامي).

الخلايا الجذعية

كيف تكون الخلايا متعدِّدة القدرات؟

هناك سؤال أساسي في علم الأحياء حول كيفية نشوء مختلف أنواع الأنسجة من خلية جذعية وحيدة. وتتناول هذه الدراسة السؤال باتباع مصير خلايا الأسلاف المفترضة المبرمجة ليمفاويًّا، والمفترض أنها متعددة القدرات (LMPPs) على مستوى الخلية الواحدة لدى الفئران. وقد استخدم شالين نايك وزملاؤه طريقة باركودية (الترميز الشريطي) حساسة للغاية؛ لتتبع النسب الناتج من مئات من خلايا الأسلاف المبرمجة ليمفاويًّا متعددة القدرات فرادى، والخلايا الجذعية المنتجة للدم في الجسم الحي. ووجد الباحثون أنه ليس كل الأسلاف المفترض تعدد قدراتها «متعددة النتاج» فعلاً، بل إن عديدًا من الخلايا السلفية المبرمجة ليمفاويًّا تنتج سلالة واحدة من الخلايا. ووجد الباحثون أيضًا عددًا كبيرًا ـ بشكل غير متوقع ـ من الخلايا السلفية المُبَرْمَجة ليمفاويًّا

لها إمكانية خلية تَغَضُّنِيَّة (شجيرية) فريدة، مما يشير إلى أن سلالة الخلايا التغَضُّنِيَّة متميزة عن فروع المايلويد والخلية البائية.

Diverse and heritable lineage imprinting of early haematopoietic progenitors

S Naik *et al*

doi:10.1038/nature12013

علم المناعة

تشخيص الميكروبات الغازِيَة الضارة

يميز نظام المناعة الفطرية للثدييات نفسه عن الميكروبات الغازيَة بالكشف عن أنماط جزيئية محفوظة متصلة بالميكروب (MAMPs)، مِنْ خِلال مستقبِلات شبيهة برسم المرور، لكن هذا لا يكفي.. فجميع الميكروبات ـ بصرف النظر عن إمكان التسبب في الأمراض ـ تنتج أنماطًا جزيئية محفوظة متصلة بالميكروب. ولنظام المناعة الفطرية آليات لتحديد أي ميكروبات تشكل أكبر تهديدات. وإحدى هذه المنظومات هي الموصوفة هنا. وقد ظهر أن عامل فَوْعَة السالمونيلا (SopE) ـ والبيبتيدوجلَيكانات من مسببات الأمراض الأخرى ـ تطلق مناعة المضيف بتفعيل إنزيمات ثلاثي فوسفات الجوانُوزين Rho GTPases الصغيرة، وهي بدورها تُحَس لدى مسار تأشير NOD1/2. لذلك.. برصد حالة تفعيل إنزيمات ثلاثي فوسفات الجوانُوزين الصغيرة، يمكن للخلية التعرف على الدخلاء منتجي السم.

Manipulation of small Rho GTPases is a pathogen-induced process detected by NOD1

A Keestra *et al*

doi:10.1038/nature12025

علم المناعة

السَّكْسينات هي إشارة المناعة الفطرية

السم البكتيري داخلي المنشأ ـ عديدُ السَّكاريدِ الشَّحْمِيّ ـ ينشّط خلايا البَلاّعِم، كجزء من استجابة مناعية فطرية، عن طريق استحثاث التحول من الأيض التأكسدي إلى الأيض السكري. وهنا، تُظْهِر جيليان تَنّاهِل وزملاؤها أن عَديد السَّكاريدِ الشَّحْمِيّ يزيد من مستويات السَّكْسينات المتوسطة في دورة حمض الكربوكسيل الثلاثي في البَلاّعِم خلال عملية التمثيل الغذائي، وهي عملية لم تُذكر سابقا في البَلاّعِم «تحويلة جابا». وبدورها، تقود السَّكْسينات السيتوكاين الالتهابي الأساسي (سيتوكاين إنترلوكين-$\beta1$).

Succinate is an inflammatory signal that induces IL-1β through HIF-1α

G Tannahill *et al*

doi:10.1038/nature11986

الأحياء المجهرية

النوع الأول لنُشُوء الشعيرات البكتيرية

الدليل FimD هو آلة إفراز وتجميع نانوية، تحفز بلمرة النوع الأول للشعيرات التي تستخدمها بكتيريا الإشريكيّة القولونية المُمْرِضة للجهاز البَولي للالتصاق بأسطح الخلية المضيفة، وتتوسط نقل الشعيرات عبر الغشاء الخارجي. وفي هذه الدراسة، قدم جابرييل واكسمَن وزملاؤه البنية البلورية للدليل (FimD)؛ وتمكنوا من التقاط خطوة الاستطالة خلال النشوء الحيوي للشعيرة لأول مرة.

Structural and energetic basis of folded-protein transport by the FimD usher

S Geibel *et al*

doi:10.1038/nature12007

علم المواد

عازل فوتوني طوبولوجي

أحد أهم مجالات أبحاث المواد المُكثَّفة هو العوازل الطوبولوجية. وتوجد في حالات إلكترونية متينة ضد اضطراب يعود إلى الحماية الطوبولوجية التي يقدمها التركيب الإلكتروني الضمني. وتكمن أهميتها العملية الممكنة في قدرتها على السيطرة على الموجات الإلكترونية، ومعالجتها دون تشتت. والمسألة المثيرة للاهتمام هي: هل من الممكن صناعة عازل طوبولوجي للضوء؟. والإجابة هي: نعم. وهنا يشرح مُردخاي سيجيف وزملاؤه أول تحقيق تجريبي لعازل فوتوني طوبولوجي، يتكون من موجهات موجيّة حلزونية مُنَسقة في شبكة بشكل خلية النحل. وتُعتبر الظاهرة الحلزونية (helicity) حاسمة، فهي توفر تأثير كسر التناظر المؤدي إلى خواص العازل الطوبولوجي. ويعرض المؤلفون حالات حافة وحيدة الاتجاه، محميّة من التشتت.

Photonic Floquet topological insulators

M Rechtsman *et al*

doi:10.1038/nature12066

التاريخ الطبيعي

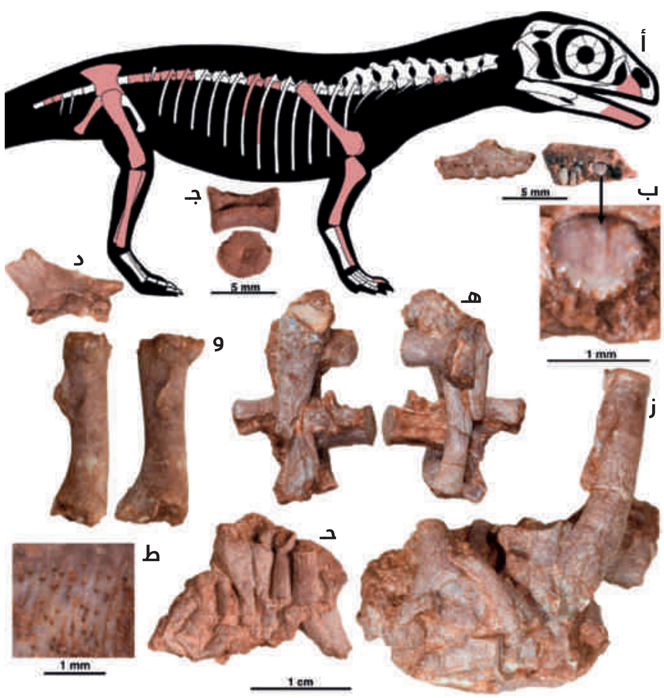
الأَجِنَّة الديناصورية

الأجنة الأحفورية للديناصورات نادرة للغاية، وتقتصر بشكل أساسي على أواخر العصر الطباشيري. لذلك.. جاء الاهتمام بمذخر العظام المكتشفة حديثًا لأجنة ديناصور الصوروبودا بالصين، حيث كانت أقدم مجموعة وُجدت من مجموعات العظام تعود إلى ما بين 190 و197 مليون سنة. وقد أسفر برنامج متعدِّد الجنسيات من التنقيب والبحث لمدة ثلاث سنوات عن كنز من العظام الجنينية، وأقدم الأدلة المعروفة لبقايا عضوية. وتشير دراسة العظام المحفوظة ـ بمختلف مراحل النمو ـ إلى أن تلك الديناصورات الكبيرة لديها فترة حضانة قصيرة، وثت عضلاتها، بينما لا تزال الأجنة في البيض، إعدادًا للهيكل العظمي المتنامي من أجل الحياة في العالم الخارجي.

Embryology of Early Jurassic dinosaur from China with evidence of preserved organic remains

R Reisz *et al*

doi:10.1038/nature11978



الشكل أسفله | عناصر الهيكل العظمي الجنيني لديناصورات الصوروبودا من مجموعة عظام لوفينج. أ، تركيب الهيكل العظمي الجنيني لديناصورات الصوروبودا الجوراسية المبكرة (باستخدام ديناصور الماسوسبونديلوس نموذجًا، وليس مقياسًا)، عُرِضت الأجزاء المعروفة من داوا بالأحمر الداكن (متحف محافظة تشوزيونج، رقم: C2019 2A233). كان من العسير تحديد المواضع الهيكلية الدقيقة لعديد من العناصر المركزية، والضلوع والطرفية القاصية. **ب،** يسار الفك العلوي في منظر بطْنِيّ إنْسِي وشفهي، على التوالي، مع منظر موسع للأسنان المندلعة جزئيًّا. **جـ،** المركز الظهري الأوسط من خلال مناظر جانبية وأمامية. **د،** العظم الحرقفي الأيسر بمنظر جانبي. **هـ،** الثُّلْمَةُ الهِلاَلِيَّةُ اليمنى لعَظْمِ الكَتِف والفقرة والساعد الأيسر محفوظة في عُقَيدة واحدة. **و،** عظام الفخذ اليمنى من خلال مناظر خلفية ووسطية، لتعرض بروز وشكل الحُدَيبَةُ الكُبْرَى للعَضُدِ المدور الكَبير الرابع. ز، عظام الفخذ اليمنى الكبيرة محفوظة مع الأضلاع وعناصر هيكلية متنوعة أخرى بالعُقَيدة. **حـ،** عناصر طرْف جنينية وأضلاع تظهر بمحاذاة المحاور الطويلة. **ط.** لقطة مُقرّبة للطرف الأقرب لقصبة الساق اليمنى، تعرض الثقوب الخارجية للتجاويف الأولية (القنوات الوعائية). شريط المقياس 1 سم، ما لم يُعرَض سوى ذلك.


nature
الطبعة العربية
الرابطة
الجديدة

عمود تعطي اجتماعات المراجعةِ التي تعقدها المختبرات فرصةً لإعادة النظر في برامج الأبحاث **ص. 83**

بيولوجيا التناسل تتيح علوم التناسل مجموعةً متنوعة وفريدة من الخيارات المهنية **ص. 84**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **www.naturejobs.com**



IMAGES.COM/CORBIS

نشر

الانفتاح على الإمكانيات المتاحة

اختيار وسائل الوصول المفتوح يعني أن نأخذ في الاعتبار كلا من التكلفة، ومكانة الدوريّة العلميّة، والتداعيات المهنية.

ستيفن بينكوك

منذ فترة ليست بالبعيدة، لم يفكر مايك تايلور في الوصول المجاني إلى أبحاثه، عندما سلّمها للنشر. يقول تايلور، عالِم الحفريات القديمة بجامعة بريستول في المملكة المتحدة: «لقد أرسلتها ببساطة إلى الدوريات المرموقة. وتدريجيًّا.. في واقع الأمر، بدا لي أنّ ذلك قرار ساذج جدًّا».

وبينما بدأ يفكر في المكان الذي نشر فيه أبحاثه، تحوّل تأمله إلى تأييد كامل. يَوَدّ تايلور أن يشهد وصولًا مجانيًّا ـ بلا قيد ـ للأبحاث الأكاديمية على شبكة الإنترنت. وفي مقال نُشر على موقع صحيفة «الجارديان» البريطانية في يناير الماضي، حاجج تايلور بأنّ طمس المنشورات وراء حاجز المال عملٌ «لا أخلاقي» (انظر: go.nature.com/v9fmtm)، لكن بعد ساعات من نشره، انهالت على المقال تعليقات تحوي تحذيرات لم يضعها في الحسبان قط.

إن النقطة التي أثارت أكبر قدر من الاستياء كانت زَعْم تايلور بأنّ العلماء لم يعودوا بحاجة إلى نشر أعمالهم في دوريات مرموقة؛ لدعم مستقبلهم المهني، الأمر الذي شجبه المعلّقون بشدة. واضطر تايلور إلى إعادة النظر في موقفه حيال هذه النقطة. فقد أدرك أن مكانة الدورية ما زالت مهمة، وذات اعتبار، حيث قال: «لقد تلقيت نقدًا لاذعًا من أناس أُكِنّ لهم كل الاحترام والتقدير».

ويواجه العلماء الذين ما زالوا في بداية مشوارهم العملي سؤالًا ملحًّا، مفاده: كيف لهم أن ينشروا أعمالهم، بما يضمن الارتقاء بمستقبلهم المهني، في وقت يتعرض فيه العالم الأكاديمي لإعادة تنظيم دراميّة؟ لقد سلطت خيارات جديدة في صناعة النشر الضوءَ على نقاشات شائكة فيما يتعلق بآثار التكلفة على الباحثين الفرديين، وأخلاقيات النماذج العملية التي يمكن أن تحول دون ولوج العلماء ـ مفتقِدي الدعم المادي ـ إلى البيانات، بيد أنّ الكثير من الباحثين يحاجُّون بأنّ عوامل الأثر وغيرها ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

◄ من معايير مكانة الدورية تظل ذات حيثية كبيرة... حتى الآن، على الأقل.

على مدار العشرين عامًا الماضية، صار النشرُ متاحُ الوصول إليه جزءًا أساسيًّا من المشهد الأكاديمي. وقد أصبح الآن واقعًا في علوم الفلك، والرياضيات، والفيزياء، حيث يتقدم أغلب الباحثين بأعمالهم للمكتبة المفتوحة .arXiv org قبل أن تُنشر فعليًّا. ويشهد هذا التوجه تزايدًا في علوم الحياة، وغيرها من المجالات. وعلى مدار العقد المنصرم، ارتفع نصيب النشر متاح الوصول إليه من المقالات بنسبة 1% سنويًّا تقريبًا. وأتيح 17% من 1.66 مليون مقالة تمت فهرستها في «قاعدة بيانات الملخصات والاقتباسات» Scopus في عام 2011 مجانًا من ناشري الدوريات[1].

على المستوى العالمي، تطالب أكثر من 200 مؤسسة و80 من ممولي الأبحاث باحثيهم بإتاحة أعمالهم مجانًا، بحسب سجل Roarmap (roarmap.eprints.org). وعلى سبيل المثال.. بدءًا من أول أبريل الماضي، طُلب من الباحثين المدعومين من أيٍّ من المجالس البحثية البريطانية السبعة نشر أعمالهم في دوريةٍ إمّا تكفل وصولاً فوريًّا وغير مقيد للنسخة النهائية المنشورة للورقة البحثية، أو توافق على المسودة النهائية التي تُوْدَع في المكتبة المفتوحة، في غضون فترة زمنية محددة، تصل إلى ستة أشهر للأوراق البحثية العلمية. وتلزِم «معاهد الصحة الوطنية الأمريكية» العلماءَ بتسليم مسودات نهائية مُحَكَّمَة ناجمة عن أعمال مموَّلة من هيئات خاصة للأرشيف الرقمي PubMed Central، وأنْ تتاح تلك الأوراق البحثية للجمهور في غضون عام واحد من نشرها.

قوة المكانة المرموقة

لا يشاطر الجميع تايلور غضبته الأخلاقية المتعلقة بالحاجة إلى الوصول المجاني غير المقيّد للأبحاث.. فكثير من كبار الباحثين لديهم نصيحة بسيطة، خاصة لصغار العلماء؛ ألا وهي: «اقصدوا أشهر دورية يمكنهم نشر أعمالكم فيها».

ويدعم روب بروكس ـ عالِم التطور بجامعة نيوساوث ويلز في سيدني بأستراليا ـ الوصول المجاني مبدئيًّا، لكنه يقول إنّ بناء المستقبل المهني ما زال يعوِّل على النماذج راسخة المكانة. ويضيف قائلاً: «ما زالت جودة الدورية معيارًا للعمل. وهذا هو المحك الذي سيتم من خلاله تقييم الناس.. فعامل الأثر ما زالت له اليد العليا إلى حد كبير. وكثيرٌ من الناس ـ سواء أكانوا أعضاء لجان المِنَح، أم المديرين، أم حتى المُحَكِّمين ـ لا يستطيعون تقييم الجودة. وجُلّ ما يستطيعون القيام به هو العدّ، أو تحديد كَمّ مزيف. فهم يعدّون الأبحاث التي أجريتَها، وعوامل أثر الأبحاث، ويضعون مقياسًا بسيطًا، بدلًا من الاطلاع على الأبحاث».

يتعيّن على صغار العلماء توخي الحذر فيما يتعلق بالابتعاد عن الدوريات عالية الأثر، بغية النشر في منافذ مفتوحة ومجانية ذات سمعة أقل، على حد قول كريس تشامبرز، عالِم الأعصاب بجامعة كارديف في المملكة المتحدة، والمحرِّر الأكاديمي بالمصدر المفتوح *PloS ONE*. وكان تشامبرز من بين الذين انتقدوا تصريحات تايلور. ويضيف قائلاً: «من جانبٍ.. فإن ذلك التوجه نبيل جدًّا، ولا يسع المرء سوى الثناء عليه، لكن من جانب آخر.. هناك خطورة تتمثل في أن مثل هؤلاء الباحثين يخسرون اللعبة، حيث يقتنص المناصب العليا منهم زملاؤهم الأكثر ميلاً إلى الاتجاه العملي في النشر». والتوجه إلى الدوريات عالية الأثر لا يستبعد الوصول المجاني المفتوح، على حد زعم بيتر سوبر، مدير المشروع المفتوح بجامعة هارفارد في كمبريدج، ولاية ماساتشوستس. إنه يقترح التمحيص في دليل الدوريات ذات الوصول المفتوح (www.doaj.org)، بحثًا على الأوراق البحثية الصادرة عن محررين ومؤلفين سبق أن نشرت لهم أعمالهم ممّن يحظون بالشهرة والمكانة في المجال العلمي. ويشير سوبر أيضًا إلى أن النشر في دورية تتطلب الاشتراك فيها لا يعني استحالة إتاحة المقال بالمجان على شبكة الإنترنت لاحقًا؛ فأغلب المقالات يُسمح بأرشفتها، إما سلفًا، أو لاحقًا في المكتبات المفتوحة، كتلك الواردة بالموقع الإلكتروني التالي: www.opendoar.org.

نشرت المجلة المجانية «*eLife*» مقالاتها الأولى في أكتوبر الماضي، لكنها تستطيع أن تتمتع بقدر كبير من المكانة العلمية. وبالرغم من أنّ الأوان لم يَحِن بعد لقياس عامل أثرها، إلا أنه من الواضح أن تلك الدورية تستفيد كثيرًا من سمعة مؤسِّسيها وممِّولي أبحاثها، ألا وهم: صندوق Wellcome Trust في لندن، ومعهد هاوارد هيوز الطبي Howard Hughes Medical Institute في تشيفي تشيس، بولاية ميريلاند، وجمعية ماكس بلانك Max Plank Society في ميونخ بألمانيا. يقول بيتر بينفيلد، ناشِر مجلة «*PeerJ*» ذات الوصول المفتوح المنشورة في سبتمبر، ومقره سان فرانسيسكو، بكاليفورنيا: «*eLife* ... مثال واضح وجليّ على دورية جديدة، ليست لها علامة تجارية، ولا مكانة في العالم. ومع ذلك.. فهي تمثل مكانًا جيدًا لنشر الأبحاث، نظرًا إلى الأسماء الكبيرة التي تدعمها».



WELLCOME LIBRARY/WELLCOME IMAGES

«إذا قصدت صندوق «ويلكوم»؛ سعيًا للحصول على منحة، فإننا نشدِّد على أن قرارات التمويل تعتمد على الجدارة الأصيلة للعمل ذاته، لا على اسم الدورية التي نُشِر فيها عمل المؤلف»

روبرت كايلي

على الرغم من أن التراتب الهرمي الراسخ للمكانة المرموقة والسمعة ما زال له وجوده القوي في الأوساط الأكاديمية، إلا أن المشهد يتحوّل حاليًا، على حد قول روبرت كايلي، رئيس الخدمات الرقمية بمكتبة صندوق ويلكوم Wellcome Trust Library. فكثير من المموِّلين يبحثون عما يتجاوز العلامة التجارية للدورية فحسب.

ويضيف قائلاً: «إذا قصدتَ صندوق «ويلكوم»؛ سعيًا للحصول على منحة، فإننا نشدّد على اعتماد قرارات التمويل على الجدارة الأصيلة للعمل ذاته، لا على اسم المطبوعة التي نُشر فيها عمل المؤلف». ويشير كايلي إلى سياسات برنامج الولايات المتحدة لتقييم جودة الأبحاث، المعروف باسم «إطار التميز البحثي»، الذي صرح في يوليو 2012 بأنه «لا يسمح بأنْ تستخدم أي لجنة فرعية من لجان مراجعة المنح عوامل أثر المجلة، أو تصنيفاتها، أو المكانة المقررة للناشرين في تقييم جودة النتائج البحثية (انظر: go.nature.com/xgsses).

ونظريًّا، يمكن أن يمثل النشرُ ذو الوصول المفتوح إليه حلقةَ وَصْلٍ بين الباحثين من جهة، وجمهور قُرّاء أكبر من جهة أخرى. وتفيد بعض الدراسات بأنّ المقالات المُدْرَجة في المطبوعات أو المكتبات ذات الوصول المفتوح إليها تحظى بعدد أكبر من القراء، بالمقارنة بتلك التي تتطلب الاشتراك فيها. ويظل قيد البحث ما إذا كان ذلك يترجَم إلى معدلات اقتباس أعلى، أو لا. ففي عام 2010، اكتشف تحليل إحصائي متعدد الوسائط أن ثمة 27 دراسة أثبتت أن المقالات ذات الوصول المفتوح إليها تتمتع باقتباسات أعلى من الأوراق البحثية المرهونة بالاشتراكات المادية بنسبة تصل إلى 600%، وتستند إلى المجال العلمي، بينما وجدت أربع دراسات أنه ما مِنْ فائدة تُرْجَى من الوصول المجاني[2].

تسجِّل بعض الدوريات ـ بما فيها «PLoS ONE»، و«*PeerJ*» ـ مقاييس عديدة مثل عدد الأشخاص الذين نقروا على ورقة بحثية ما، ونسبة ظهور الورقة البحثية على مواقع الإعلام الاجتماعي، مثل «تويتر»، و«فيسبوك». ويعتقد روس موانس ـ الطالب بمرحلة الدكتوراة، والمتخصص في علم الحفريات القديمة بجامعة باث في المملكة المتحدة ـ أن تلك المقاييس البديلة بدأت بالفعل في تحرير الباحثين من المعايير التقليدية للمكانة المرموقة. ويضيف مناقِضًا تصريحات تايلور بقوله: «أعتقد أنك لو كنتَ مؤمنًا بعملك، فبإمكانك نشره في أي مكان. وطالما كان بإمكان الناس الوصول إليه، والاطلاع عليه، ومعرفة فحواه، واستكشافه؛ فهذا منتهى غايتك».

تقدير التكلفة

ينتاب القلق كثيرٌ من الباحثين ممّن يدرسون فكرة الوصول المجاني حيال الاضطرار إلى سداد تكاليف المنشورات. فبداية من أغسطس 2011، صرحت ربع الدوريات ـ تقريبًا ـ التي تعمل بنظام الوصول المجاني بفَرْضِها رسومًا على معالجة المقالات. وفي عام 2010، تراوحت تلك الرسوم بين 8 دولارات، و0039 دولار. وبلغ متوسط تلك الرسوم 900 دولار أمريكي (مرجع 3).

ووفقًا لتصريحات كارل بيرجستروم ـ عالِم الأحياء التطورية بجامعة واشنطن في سياتل ـ فإن هناك علاقة إيجابية بين رسوم الاشتراك بالدورية ذات الوصول المجاني إليها، ودرجتها في نظام قام بتطويره، يعمل على تصنيف الدوريات بحسب عدد الاقتباسات التي تتلقاها. وتحصل الاقتباسات المستخلَصة من الدوريات ذات التصنيفات العالية على درجات أعلى. ومع ذلك.. لا تحصل الدوريات باهظة الثمن جميعها على درجات عالية.. فثمة أداة تفاعلية تُظْهِر أنّ هناك قدرًا كبيرًا من التنوع (www.eigenfactor.org/openaccess).

على كل حال، لاحظ سوبر أن أكثر من 10% بقليل من رسوم معالجة المقالات يتحمّلها المؤلفون[4]. وأغلب الظن أنّ هذه الرسوم يسددها أرباب أعمال المؤلفين، أو الهيئات المموِّلة لهم. ويجب أن يتحقق العلماء من هيئاتهم المموِّلة مباشرة، لكن مؤسسة «BioMed Central» الناشرة للمواد المجانية تحتفظ بقائمة غير كاملة للقائمين على سداد تلك الرسوم (انظر: go.nature.com/qpjxoi). ويخفّض بعض الناشرين الرسومَ للباحثين المعسرين، أو يتنازلون عنها بالكامل.

وقد تبنَّت دورية «*PeerJ*» ـ التي نشرت أولى أوراقها البحثية في شهر مارس الماضي ـ نهجًا جديدًا تمامًا من حيث التكلفة.. فبدلاً من تقاضي رسوم لكل ورقة بحثية، فهي تعرض عضوية مدى الحياة، تبلغ تكلفتها 99 دولارًا أمريكيًّا للمنشور الواحد سنويًّا، حتى 299 دولارًا أمريكيًّا لعدد غير محدود من المنشورات (انظر: *Nature* **486**, 166; 2012). وتتضمن جميع العضويات حق رفع المقالات على خادم للمواد غير المُحَكَّمة بمرحلة ما قبل النشر. ولكي تحظى أي ورقة بحثية بالنشر، يجب أن يكون جميع مؤلفيها أعضاء (أو على الأقل 12 مؤلفًا يجب أن يكونوا أعضاءً في الأوراق العلمية التي يزيد عدد مؤلفيها على 12 مؤلفًا). يقول بينفيلد: «لقد حاولنا ـ عن عَمْد ـ استبعاد كل النفقات الخارجية من النظام، بحيث نجعله فعالاً وزهيد التكلفة قدر الإمكان من وجهة نظر الباحث. وبعد

ذلك استنسخنا نموذج العمل المختلف هذا الذي يقضي بالسداد للفرد بحسب العضوية، بدلاً من السداد نظير المادة المنشورة».

يقول بو كريستر يورك ـ عالِم نظم المعلومات بكلية هانكن للاقتصاد في هيلسينكي ـ إنّ عدد الدوريات التي تتطلب اشتراكًا لتوفِّر وصولًا مجانيًّا إليها نظير رسوم قد تَضَاعَفَ في السنوات الأخيرة، حتى إنّ عددها وصل حاليًا إلى أكثر من 4300 مجلة. ومع ذلك.. فإن ما بين 1% إلى 2% من المؤلفين المؤهلين يتبنون خيار الوصول المفتوح هذا[5]. ويحاجج يورك بأن التكاليف العالية حاجزٌ أمام الباحثين، حيث تبلغ عادة 3000 دولار أمريكي. ويضيف بقوله: «لكنْ هناك عدد قليل من الناشرين ومؤسسي الدوريات لديهم قدرة على استيعاب أكبر». وعلى سبيل المثال.. نجد أنّ دورية «*Nature Communications*» ـ التي دشنتها «مجموعة نيتشر للنشر (NPG)» في عام 2010 ـ هي دورية متعددة التخصصات، تتبنى ذلك النهج الخليط. ففي بدايتها، وقع اختيار نصف مؤلفيها على خيار الوصول المجاني، لكن هذه الأرقام تذبذبت، على حد قول جيمس بوتشر، المدير المساعد لقسم النشر المجاني بـ«مجموعة نيتشر للنشر». وفي الأشهر الستة الماضية، اختار 30% منهم الخيار المجاني. ولم يجمع بوتشر بيانات لتفسير هذا الاتجاه، لكنه يتنبأ بأنه قد يرجع إلى الرسوم العالية نسبيًّا للمجلة، التي تصل إلى قرابة 5000 دولار أمريكي، أو للديموغرافيات المتغيرة للمؤلف، أو للتراجع العام في الاهتمام، بعد الحماس المبكر الذي أحاط بخيار الوصول المجاني إليها.

ويوحي تشيمبرز بأن سداد رسوم نظير نشر مادة علمية في دورية ذات نهج خليط وسيلةٌ رائعة لتحقيق كلٍّ من: سهولة الوصول، والمكانة المرموقة. ويضيف قائلاً: «العامل الأساسي يكمن فيما إذا كان لدى الباحث التمويل الذي يتيح له ذلك، وما إذا كانت الهيئة المموِّلة تشترط الوصول المجاني إلى الأوراق البحثية، أم لا»، لكن حيث إنه لم يتم تخصيص أموال لرسوم معالجة المقالات، ودعت الحاجة صغار العلماء إلى إنفاق أموال الأبحاث، ينصح تشيمبرز بعدم الموافقة على رسوم النشر العالية.

يقول ستيفن ماكنيك، عالِم الأعصاب بمعهد بارو للعلوم العصبية Barrow Neurological Institute في فينكس بولاية أريزونا: «كباحثٍ في مقتبل العمر، يجب أن تُقْدِم على الخيار الاقتصادي». ويضيف قائلاً: «إنّ سداد رسوم معالجة المقالات لدورية مرموقة ذات وصول مجاني إليها قد يكون حلًّا وسطيًّا جيدًا لصغار الباحثين». لا يجب أن يضحِّي العلماء بالتمويل المقرر أصلًا للأبحاث. يقول تشيمبرز: «لتعظيم قدرتهم التنافسية، من المهم أن يحافظ الباحثون الصغار على نتاج مثمر من الأبحاث عالية الجودة؛ مما يستلزم استغلال التمويل البحثي؛ لإنجاز أكبر عدد ممكن من الأبحاث عالية الجودة. ويرتهن الأمر بالعلماء الأكثر خبرة فيما يتعلق بتغيير هذا النظام». ■

ستيفن بينكوك كاتب حر، يقيم في سيدني بأستراليا.

1. Laakso, M. & Björk, B.-C. *BMC Med.* **10,** 124 (2012).
2. Swan, A. *The Open Access Citation Advantage: Studies and Results to Date.* (Univ. Southampton, 2010); available at go.nature.com/8xg751
3. Solomon, D. J. & Björk, B.-C. *J. Am. Soc. Inform. Sci. Tech.* **63,** 1485–1495 (2012).
4. Dallmeier-Tiessen, S. *et al.* Preprint available at http://arxiv.org/abs/1101.5260 (2011).
5. Björk, B.-C. *J. Am. Soc. Inform. Sci. Tech.* **63,** 1496–1504 (2012).

عمود

وقتٌ للتفكير..

«تعطي اجتماعات المراجعةِ التي تعقدها المختبرات فرصةً لإعادة النظر في برامج الأبحاث وتطويرها» **إلفثيريوس ديامانديس.**



DRAWN IDEAS/IKON IMAGES/GETTY

أحيانًا تكافِح المختبراتُ من أجل المحافظة على قدرتها التنافسية، والبقاء نَشِطَةً، وقد تتبع فترات نجاح الاكتشافات فتراتٌ طويلة مملوءة بمحاولات أكثر قليلًا لمعالجة الفجوات المعرفية، أو النهوض بالتطبيق. إنها عمليات أساسية، لكن عملية الابتكار قد تعاني، إذا دامت هذه الفترات وقتًا طويلًا.

وكمدير لمختبر بحثي يضم 25 شخصًا (عشرةً من طلاب الدراسات العليا، وخمسةَ تقنيين، وستةً من حاملي شهادة الدكتوراة، ومنسقَ أبحاث ومساعديه)، فإنني أعرف أن التركيز المكثف على العمل اليومي الذي يتضمن الرسائل الإلكترونية والمطبوعات وكتابة وثائق للحصول على المنح، يمكنه أن يعطِّل عملية طرح تقنيات وأفكار جديدة. وإحدى الطرق لتحميس الفريق وإعادة تنشيط أفراده هي اجتماعات المراجعة بالمختبر؛ لمناقشة مشاريع وأعمال كل فرد.

يقوم مدير المختبر بوضع جدول عمل ذلك الاجتماع، لكن عليه أن يشرك أعضاء المختبر الآخرين. ومن المهم حمل الجميع على المشاركة.. فعلى أعضاء فريق المختبر أن يفهموا أن هذه ليست ممارسة مخصَّصة لتحديد المشاريع، أو تحديد الشخصيات «الجيدة» و«السيئة»، ولكنها تمثل حوارًا مفتوحًا حول التخطيط طويل المدى؛ لتحديد من يحتاجون إلى مساعدة، وكيف يمكن للمدير وأعضاء المختبر الآخرين منحها لهم. ويمكن لاجتماعات المراجعة أن تساعد على وضع استراتيجيات جديدة، وتحديد المجالات التي يقوم فيها أعضاء المختبر بتكرار محاولات الإجابة على التساؤلات ذاتها.

على المدير أن يرسل بتوجيهاته إلى الجميع، قبل موعد الاجتماع؛ لشرح ماذا يتوقع أن تتم تغطيته في العروض التقديمية والمناقشة. كما يجب أن يسود الاجتماع النقد البناء، وعلى المشاركين أن يعوا أن هذه ليست مجرد معلومات مستكمَلَة عن تطورات الأبحاث، ولكنها عملية للبحث في الذات. ويجب أن يطلب من أعضاء المختبر أن يفكروا في أسئلة لتقييم الذات، على غرار: «هل أنا أبدع، أم أحاكي غيري؟»، و«هل ستؤدي نتائجي ـ إذا نجحت ـ إلى مطبوعات ذات جدوى؟»، و«هل هناك تقنيات أخرى عليّ استخدامها؟»، و«هل أبالغ في تجنُّب المخاطر؟». وعلى كل فرد أن يشرح الجديد في مشروعه، بدلًا من مجرد شرح «ما يعمل عليه».

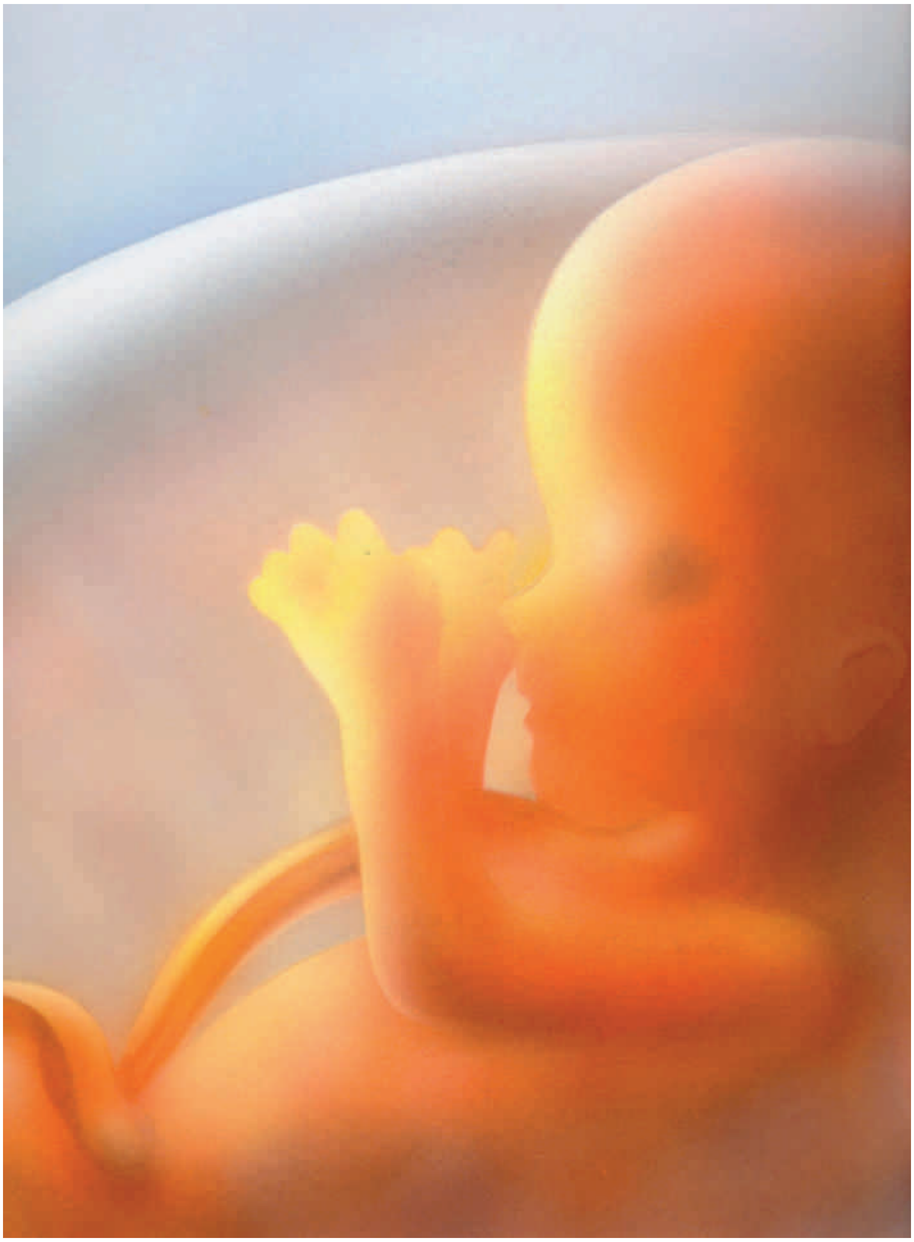
قد يفتتح مشرف المختبر اجتماع المراجعة ببعض الملاحظات على كل محور من محاور الأبحاث الخاصة بالمختبر، من خلال توجيه أسئلة لتقييم الذات، تكون مرتبطةً بالمختبر ككل، ثم يقوم كل شخص بعرض تقديمي قصير (ربما من خمس إلى سبع شرائح) حول مشروعه، مع التركيز خصوصًا على الابتكارات والتأثيرات المتوقعة على البحوث.

يجب أن تتجاوز الأسئلة والانتقادات مثيلاتها التي تُطرح في اجتماعات المختبر العادية، حيث إنّ معظم الأسئلة تركز على تجارب معينة وتفاصيل فنية. ففي اجتماعات المراجعة، يجب أن تعمل الأسئلة على تحليل أساليب التعامل الملائمة، حتى إذا كان أحد المشاريع يستحق المتابعة أساسًا. وقد يكشف ذلك عن أنّ الافتراضات والاستراتيجيات بها نقاط ضعف تحتاج إلى تصحيح، أو أنّ أحد المشاريع يجب التخلي عنه.

ومن أجل تعزيز النقاش، على المدير أن يفكر في تخصيص دور (محامي الشيطان) لواحد أو اثنين من أعضاء المختبر. ففي اجتماع المراجعة العام الماضي بمختبري، قدَّم أحدُ حاملي الدكتوراة استنتاجاته حول الخصائص المضادة للسرطان في الجليكوسيدات القلبية - وهي عقارات تُستخدم لعلاج قصور القلب وعدم انتظام ضرباته - في نموذج لسرطان البنكرياس. وهاجمه المعارضون، مشيرين إلى أن التركيزات الفعالة لدوائه كانت أعلى بعشر مرات من حدّ الأمان المسموح به للاستخدام البشري. وقال أحدهم إنها من الممكن أن تعالج السرطان، لكن المريض سيموت بتوقُّف القلب. وتابعت المناقشة طرقًا للإبقاء على الخصائص المضادة للسرطان، لكن مع تجنُّب السُّمِّيَّة. وقد أشار ناقد آخر إلى إمكانية إيجاد عقار يعمل مع الجليكوسيدات القلبية، بحيث يزيد من تأثيرها المضاد للسرطان عند مستوى الجرعات الآمنة. وبعد الاجتماع، جعلت هذه الفكرة باحث الدكتوراة يُجْرِي فحصًا دقيقًا للمكتبة الكيميائية ذات العشرة آلاف جزيء؛ من أجل إيجاد مثل هذه المادة. وهو الآن يختبر مزيجًا من العقاقير على نماذج حيوانية.

إن مديري المختبرات مسؤولون عن اقتراح وتوقع الاتجاه الذي سيتخذه مختبرهم في المستقبل. ويمكن لاجتماعات المراجعة أنْ تساعدهم على إعادة دراسة المشاريع كل عام. وعلى الأعضاء أن يدركوا أن نجاح المختبر يعتمد على قدرتهم على الابتكار. وفي النهاية.. سيشترك الجميع في المكافآت. ■

إلفثيريوس ديامانديس أستاذ الطب المخبري وعلم بيولوجيا الأمراض في جامعة تورونتو في كندا.



DIEKLEINERT/CORBIS

بيولوجيا التناسل

فرص التناسل

تتيح علوم التناسل مجموعةً متنوعة وفريدة من الخيارات المهنية، لكن بعضها يكون أكثر ربحية من البعض الآخر.

شارلوت شوبيرت

يضطلع المتخصصون في مجال «بيولوجيا التناسل» بعديد من المهام، على رأسها المساعدة في زرع جنين بشري، ومراقبة بيض الفئران وهو ينقسم بعد التخصيب، وإجراء مقابلات شخصية مع النساء بخصوص تجاربهن مع موانع الحمل، وجمع حيوانات منوية من طائر الحسون في جزر جالاباجوس، التي تقع بالقرب من الإكوادور، وغير ذلك من المهام العديدة. هذا التخصص يتيح قدرًا كبيرًا من الأهداف المهنية، ويطرح عديدًا من الأسئلة البحثية. تقول دولوريس لامب، مدير مركز طب التناسل في كلية طب بيلور بمدينة هيوستن، في ولاية تكساس: «إننا نبحث في كل شيء.. من الإخصاب، حتى الموت».

تتعرض العلوم التناسلية أيضًا لحياة الإنسان والبيولوجيا على جميع المستويات تقريبًا؛ من المستوى الجزيئي والخلوي، كالتعرف على البيضة عن طريق الحيوانات المنوية، حتى العمليات الكاملة للجسم، بما في ذلك التنظيم الهرموني في فترة سن البلوغ، ومسائل متعلقة بالسكان، كالعوامل التي تؤثر على معدلات الحمل خلال فترة المراهقة.

تقول لامب: «إنه لمدهشٌ هذا الكَمّ من الخلفيات المتنوعة، التي تصب ـ بشكل أو بآخر ـ في طب التناسل». ويدرس الكثير من الباحثين التناسلَ كجزء من درجة الدكتوراة في البيولوجيا التناسلية أو التطورية. وقد يشق البعض الآخر طريقهم إلى ذلك المجال عن طريق بيولوجيا الخلايا (بالتركيز على الخلايا الجذعية المنوية، على سبيل المثال)، أو العلوم الحيوانية (ربما بدراسة هرمونات الماشية). ولذا.. نجد أن حضور الاجتماع السنوي لجمعية دراسة التناسل ـ ومقرها مدينة ماديسون بولاية ويسْكِنْسون ـ ينتمي إلى مختلف أنواع التخصصات.

بيد أن التنوع لا يضمن لصاحبه العمل، كما أنّ المناصب ذات الصلة نادرة في عديد من القطاعات الصناعية والأكاديمية. يقول ريتشارد شارب ـ الذي يقود برنامج التخرج لمركز الصحة التناسلية بجامعة إدنبرة، التابع لمجلس الأبحاث الطبية في المملكة المتحدة ـ إنه طمأن الطلاب منذ ثلاث سنوات بأنهم إذا تفوقوا؛ يمكنهم أنْ يعثروا على وظائف مناسبة. ويضيف قائلاً: «لم يعد بإمكاننا أن نَعِدَ بذلك الآن»، فقد تقلّصت الفرص الأكاديمية، حيث نال الكساد من الموازنات، وتبدّلت أولويات التمويل، وتحوّلت إلى جوانب أخرى، كالأمراض المزمنة (بالرغم من أهمية المكان؛ انظر «أموال صينية من أجل أبحاث التناسل»). وفي العلوم التناسلية، كما في علوم الحياة، تقلّص سوق العمل.. ويوافق على ذلك مايكل سكينر، مؤسس مركز البيولوجيا التناسلية بجامعة ولاية واشنطن في بولمان.

مع ذلك.. يقول سكينر إن دراسة التناسل ستمنح طلبة الدكتوراة ميزةً لدى أرباب الأعمال، بدايةً من عيادات التخصيب، حتى شركات المنتجات الحيوانية الزراعية، ولن تكفّ مجالات معينة ـ كالصحة العالمية ـ عن النمو.

فحص القطاع الأكاديمي

حصل خريجو جامعة ولاية واشنطن على وظائف أكاديمية في المجالات كافة، بدايةً من علوم السموم، حتى طب الأورام، على حد قول سكينر، الذي لاحظ أن الكثير من أبحاث السرطان تركز على أنواع السرطان المتعلقة بالتناسل، مثل سرطان الثدي والبروستاتا. تقول تريسي كليمينت، التي حصلت على درجة الدكتوراة بالتزامن مع سكينر، بصدد البحث عن منصب أكاديمي: «يجب أن تُسَوِّق لنفسك على نطاق واسع. ولا يبدو الوقت الحالي وقتًا مناسبًا لأنْ يقتحم المرءُ سوقَ العمل».

إذا لم تحصل كليمينت على وظيفة جامعية؛ فسوف تواجه صعوبات تمويلية. والمصدر الرئيس لأموال الأبحاث الأمريكية في ذلك المجال هو «المعهد الوطني لصحة الطفل والنمو البشري» في مدينة بيثيدا بولاية ميريلاند. وفي العام الماضي، لم يقبل سوى 12.5% فقط من طلبات المِنَح لمشروعات الأبحاث الكبرى للمعهد، وهي النسبة الأقل من عديد من معاهد الصحة الوطنية الأمريكية.

يقول سكينر إن الأكاديميين سوف يحتاجون في المستقبل دعمًا من عديد من المصادر، وهو ما يناسب المجال الشامل تحديدًا. فقد تلقى سكينر ـ على سبيل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المثال ـ تمويلاً، ليس من معاهد الصحة الوطنية فحسب، بل من مؤسسة «بيل وميليندا جيتس» أيضًا في سياتل بولاية واشنطن؛ بغية تطوير وسيلة منع حمل للرجال، ومن وزارة الدفاع الأمريكية، لدراسة أثر السموم البيئية على الأجيال اللاحقة. وقد تقدَّم بطلب تمويل أيضًا إلى مؤسسة «جون تيمبلتون» ـ ومقرها وست كونشوهوكين، بولايا بنسلفانيا ـ بغيةَ دراسة دور علم الوراثة غير الجينية في تطور طائر الحسون في جالاباجوس.

نظرة مستقبلية مختلطة في الصناعة

أثمرت صناعة المستحضرات الدوائية عن الكثير من فرص العمل في مجال وسائل منع الحمل على مدار السنوات العشر الأخيرة. ويرجع ذلك جزئيًّا إلى التوجس من الآثار الجانبية للعقاقير المرتبطة بالتناسل، التي صارت موضوعًا للتقاضي في ساحات المحاكم. وقد قلصت شركات معينة ـ مثل «وايث Wyeth»، التي استحوذت عليها شركة «فايزر Pfizer» عام 2009 في نيويورك، وشركة «باير Bayer»، ومقرها ليفركوزن بألمانيا ـ من برامجها البحثية، أو أسقطتها من حساباتها كليًّا.

وقد فشل دانيال جونستون ـ عالِم الأبحاث السابق بشركة «فايزر»، الذي استغنت الشركة عن خدماته عام 2010 ـ في العثور على وظيفة ترتبط بشكل مباشر بالتناسل البشري بشركة مستحضرات أدوية، أو شركة تعمل في مجال التكنولوجيا الحيوية، على الرغم من خبرته التي تمتد إلى خمس سنوات في مجال وسائل منع الحمل، وصحة النساء. وعندما كان جونستون ملتحقًا بشركة «فايزر»، بدأ العمل في مجال علم الأورام. وساعدته خبرته في هذا المجال على العثور على وظيفة بإحدى الشركات التي ينصبّ تركيزها على سرطان الكبد.

إن خطوة جونستون الفرعية ليست غريبة، خاصة بالنظر إلى أن التناسل يتقاطع مع عديد من المجالات (يشبه جونستون الخصية بالورم؛ فكلاهما له لب قليل الأكسجين من الخلايا الجذعية سريعة الانقسام، لكن أحدهما ينتج حيوانات منوية، بينما الآخر ينتج خلايا سرطانية). تقول سوزان فيشر، مدير قسم الأبحاث التطبيقية في مجالي الطب وبيولوجيا الفترة المحيطة بالولادة perinatal biology بمركز العلوم التناسلية بجامعة كاليفورنيا في ولاية سان فرانسيسكو، إن قابلية التكيف لدى خريجي المركز تكسبهم ميزة على الآخرين في مجال الصناعة. لقد وجدوا وظائف في شركات تعمل في مجال التكنولوجيا الحيوية، مع التركيز على طب الأورام والخلايا الجذعية، ومجال الاختبارات الوراثية خلال الفترة المحيطة بالولادة، حيث يمثل الأخير سوقًا من الممكن أن تقدر قيمتها بما يربو على مليار دولار أمريكي سنويًّا (انظر: Nature 486, 454; 2012). ومن بين الشركات التي تتنافس في هذا المجال: شركة «Ariosa Diagnostics» في سان خوسيه، وشركة «Natera» في سان كارلوس، وكلتاهما في كاليفورنيا. وينصح سكينر الطلاب، وحملة الدكتوراة المنخرطين في دراسات ما بعد الدكتوراة، والمهتمين بالحصول على وظيفة في مجال الصناعة بالحصول على تدريب في أكبر عدد ممكن من التقنيات المعملية، بما في ذلك علم الجينوم.

يجد علماء بيولوجيا التناسل وظائف شاغرة أيضًا في مجال «الاستيلاد الحيواني» animal agriculture. يقول ديريك ماكلين، عالِم الأحياء الذي يدرس التناسل لدى الماشية والخنازير والفئران بجامعة ولاية واشنطن: «أتلقى مكالمتين أو ثلاث مكالمات سنويًّا من شركات تبحث عن عالِم حاصل على الماجستير أو الدكتوراة؛ من أجل إدارة معمل».

إن العلماء الذين لديهم القدرة على تخزين المني الحيواني، وإدارته، واختبار منتجات الخصوبة لإناث الماشية مطلوبون بكثرة لدى شركات ومؤسسات معينة، مثل «Select Sires»، وهي اتحاد للجمعيات التعاونية للمزارعين. ويقع مقر هذه المؤسسة في مدينة بلاين، في ولاية أوهايو، وهي توفر خدمات تربية الماشية. وبصفة عامة، يُشترط في المرشحين لتلك المناصب الحصول على تدريب في أحد معامل بيولوجيا التناسل، وحصولهم على درجة علمية في علوم الحيوان. إن سوق العمل ثابت في الولايات المتحدة الأمريكية، لكنه يشهد في البرازيل وغيرها من الدول الناشئة توجهًا أكبر نحو نظام أكثر ميلًا إلى الاستيلاد الحيواني، على حد قول ماكلين، الذي من المقرر أن يغادر جامعة ولاية واشنطن في خريف هذا العام؛ قاصدًا شركة «Phibro Animal Health» في مدينة تينيك بولاية نيوجيرسي.



«عليكَ أنْ تجهز للخيار الأول، ولكنْ ضعْ نصب عينيك الخيار الثاني، والثالث»

تريسي كليمينت

تتجلى فرص العمل في مجال علم الجينوم أيضًا في شركات تُعنى بابتكار اختبارات للانتقاء الوراثي لحيوانات المزرعة. ومن بين تلك الشركات: شركة «Illumina» في سان دييجو، بولاية كاليفورنيا، التي تقوم بتسويق «شريحة بقَرْيّة عالية الكثافة» Bovine BeadChip، وهي عبارة عن مصفوفة وراثية تستكشف بعض الصفات المعينة في الماشية.

تعتبر عيادات الإخصاب خيارًا متاحًا للباحثين عن شيء عملي بشكل أوضح، وربما من الأرجح لأنّ لها أثرًا أكبر تماسًّا مع حياة الناس. فهناك نحو 400 عيادة إخصاب في الولايات المتحدة، وعادة ما تستعين بعلماء حاصلين على درجة الدكتوراة؛ لإدارة مجموعة من الفنيين الحاصلين على البكالوريوس والماجستير، البارعين في مهام معينة، كاستزراع الأجنة البشرية، وتجميدها، وأداء تحاليل الهرمونات. وعادة ما يتعامل هؤلاء العلماء مع المرضى؛ حيث من الوارد أنْ يتصل عالِم الأجنة بالمرضى؛ لإعلامهم بنتائج الفحوص، ومساعدتهم خلال عملية استزراع الجنين. يقول بيير ميرون، الذي يدير عيادة إخصاب بالقرب من مونتريال في كندا: «من الممتع في مهنتنا أن نساعد الناس على أن تكون لديهم عائلة. التعامل مع المرضى جزء رائع من عملنا». وكثيرًا ما توفر الوظائف المتاحة في العيادات الملحقة بالجامعات فرصًا أكثر لإجراء أبحاث الإخصاب، بالمقارنة بالعيادات الخاصة، حسب قول ميرون.

وقد بدأت حكومة إقليم كيبيك في تحمُّل تكاليف الإخصاب داخل المختبر في عام 2010، كجزء من نظام الرعاية الصحية الوطني؛ مما أدى إلى زيادة الطلب على الخدمات ذات الصلة. وكثير من العيادات تشغل المناصب المتاحة لديها بمتدربين من شبكة إقليم كيبيك للتناسل، وهي هيئة دولية، قوامها أكثر من 80 باحثًا من مؤسسات مثل جامعة ماكجيل في مونتريال. وفي أغلب بقاع العالم، تتسم الوظائف المتاحة في عيادات الإخصاب بالتنافسية. يقول ميرون، تعليقًا على ذلك: «لا يتسم المرشحون الأقوياء باللمسة البشرية الصحيحة فحسب، بل لديهم أيضًا التدريب الكافي في مجموعة من التقنيات، بما في ذلك التعامل مع المني والبويضات».

الأثر العالمي

يمكن أن يكون مجال الصحة العالمية أكثر فائدة لخريجي بيولوجيا التناسل. يقول وورد كاتس، الرئيس الشرفي ◄

النظرة المستقبلية الآسيوية

أموال صينية من أجل أبحاث التناسل

بعد 13 عامًا من حصول مِنجهان تونج ـ عالِم بيولوجيا التناسل بجامعة ولاية واشنطن في بولمان ـ على درجة الدكتوراة، وبعد أن تولّى مهمتين بعد حصوله على الدكتوراة، حصل مؤخرًا على وظيفة بحثية، تفضي إلى عقد ثابت.

وبعد أن فشل تونج في العثور على وظيفة مماثلة في الولايات المتحدة؛ اتجه إلى الصين ـ موطنه الأصلي ـ بحثًا عن فرص أفضل فيها. وسيبدأ في شهر سبتمبر المقبل عمله في «معاهد شنجهاي للعلوم البيولوجية». تقدم تونج كغيره من الباحثين للحصول على منحة، قدرها 30 مليون رينمينبي (أي ما يوازي 6.3 مليون دولار أمريكي)؛ لدراسة النظم غير الجينية لإنتاج الحيوانات المنوية.

تُعتبر الصين سوقًا واعدة في مجال الوظائف الأكاديمية المحدودة في علوم التناسل. ومنحة إنتاج الحيوانات المنوية جزء من مبادرة تمويل ضخمة في هذا المجال من جانب الحكومة الصينية، المهتمة بالطرق الحديثة لمنع الحمل، والآثار التناسلية للمشاكل البيئية، مثل السموم التي يمكن أن تدمر الحيوانات المنوية والبويضات، عن طريق العبث بالجينوم غير المنتمي إلى الحمض النووي الذي يمكن أن يؤثّر على أجيال متعددة.

في عام 2007، سلطت وزارة العلوم والتكنولوجية الصينية الضوءَ على العلوم التنموية والتناسلية؛ باعتبارها واحدة من أربعة مجالات بحثية جوهرية تشهد زيادة في التمويل. ومن المتوقع أن تموِّل الوزارة أربعة مشروعات، مدة كل منها خمس سنوات في هذا المجال، على أن تبلغ قيمة تمويل كل مشروع 24 مليون رينمينبي.

وقد زادت هيئات وطنية ومحلية أخرى من تمويلها، حيث دعّمت بناء العشرات من مراكز الأبحاث التي ينصب تركيزها على علوم التناسل، وخلقت ـ تبعًا لذلك ـ المئات من فرص العمل، على حد قول كينجاو شي، أستاذ علوم الحياة بجامعة العلوم والتكنولوجيا الصينية بمدينة هيفي.

STEVEN R SHAW/IMAGE ASSOCIATES

لمنظمة FHI 360 العالمية، ومقرها مدينة دورهام بولاية نورث كارولاينا: «من ناحيتي، أشعر أن ثمة سوقًا أقوى الآن للعاملين على مستوى السكان، بالمقارنة بالعاملين على مستوى الجزيئات في العلوم التناسلية».

ويشير كاتس إلى تنظيم الأسرة لعام 2020، وهي مبادرة طموحة؛ لإتاحة خدمات وسائل منع الحمل إلى 120 مليون فتاة وامرأة في الدول النامية بحلول عام 2020. وقد خصصت الجهات المتبرعة ـ بما فيها مؤسسة «بيل وميليندا جيتس»، وحكومات الدول المتقدمة والنامية ـ 2.6 مليار دولار أمريكي لتلك المبادرة التي تم تدشينها في يوليو الماضي في اجتماع أقيم في لندن، رأسته ميليندا جيتس. يقول كيتس:»سوف ترسم تلك المبادرة مستقبلَ وظائف الصحة العامة المتاحة في مجال العلوم التناسلية».

ويضيف قائلاً إن المبادرة ستخلق فرص عمل ـ أكثرها في الدول النامية ـ للباحثين الذين لديهم دراية بتقديم تلك الخدمات بطريقة منخفضة التكلفة، وللعلماء القادرين على تقييم أثرهم ، عن طريق تقييم حجم تعاطي وسائل منع الحمل، وآثارها على النمو السكاني، وصحة النساء والأطفال. وستتطلب الجهود المنشودة باحثين لديهم خلفيات في مجالات محددة، كعلم السكان، وعلم الاجتماع، وعلم الاقتصاد، والصحة العامة.

يقول كيتس إن الباحثين الذين يتمتعون بخلفية علمية بسيطة عن العلوم التناسلية، وبتدريب إضافي في مجالات معينة ـ كعلم الأوبئة ـ عادة ما يتميزون على الآخرين في وظائف حساسة، من بينها تصميم التجارب الإكلينيكية؛ نظرًا لاستيعابهم للبيولوجيا.

لقد حصلت باتريشيا ساديت نجاتشو على درجة الدكتوراة في تطور المني من جامعة ولاية واشنطن، لكن الزيارة التي قامت بها إلى بلدها (الكاميرون) إبّان تفشي وباء الكوليرا في عام 2010 غيّرت مسار حياتها المهنية، حيث سألت نجاتشو نفسها: «كيف لي أن أقدم يد العون للناس على أرض الواقع؟».

تدرس نجاتشو الآن؛ بغية الحصول على درجة الماجستير في علم الأوبئة بجامعة واشنطن في سياتل. وهدفها النهائي أن تشغل منصبًا يساعد في صنع القرار في حكومة بلدها، أو في مؤسسة تعمل في خدمات الصحة التناسلية. من بين المناصب الملائمة لها: منصب مسؤول برنامج إشرافي على المنح. ومع ذلك.. فهي تعتقد أنها قد تكون بحاجة أولاً إلى مزاولة أعمال مبدئية في مجال علم الأوبئة، كمراقبة الأمراض، على سبيل المثال.

إنّ تنوع القضايا والفرص المتاحة في بيولوجيا التناسل يُبْقِي بعض الباحثين مرتبطين بهذا المجال، بالرغم من شراسة سوق العمل. وينتهي الأمر بالبعض إلى وظائف لم تكن تخطر ببالهم يومًا، مثل وظيفة تيسير تناسل دببة الباندا أو الزواحف في حدائق الحيوان، أو تقييم السموم؛ للوقوف على أثرها على النمو بالمرحلة الجنينية ومرحلة البلوغ بمؤسسات الحكومة كهيئة حماية البيئة الأمريكية. إن كليمينت منفتحة على مجموعة متنوعة من الإمكانات، وهي تقول: «إذا كنتَ عالمًا في مجال بيولوجيا التناسل؛ فيجب عليك أن تجهز للخيار الأول، ولكنْ ضَعْ نصب عينيك الخيار الثاني، والثالث». ■

شارلوت شوبيرت كاتبة حرة، تعيش في سياتل بولاية واشنطن.


JEROME LEWIS/EXCITES

البدائيّون في حوض الكونغو يستخدمون الهواتف الذكية؛ لتتبُّع عمليات الصيد غير المشروع وقطع الأشجار.

البحث العلمي للعامّة

خبــراء هــواة

إن إشراك عناصر من عامة المواطنين قد يفيد المشاريع العلمية، لكنْ يجب على الباحثين الاهتمام بما يريدون إنجازه.

تريشا جورا

يقوم متطوِّعون عاديّون ـ مزوَّدين بالهواتف الذكية، وأجهزة الكمبيوتر، ومعدات أخذ العينات المجهَّزة للاستخدام الفردي ـ بإرسال تغريدات على موقع «تويتر» عن تساقط الثلوج، ويغامرون من أجل البحث عن المذنبات، وقياس الميكروبات في أحشائهم. إنهم جزء من مجموعة متنامية، تسمَّى «علماء من عامّة المواطنين»، وهي شبكات من أشخاص ليسوا علماء، ولكنهم يساعدون على تحليل وجمع البيانات، كجزء من مشروع يقوده باحثون متخصصون. إنهم يطّلعون على العلوم، وتتاح لهم الفرصة للمشاركة فيها، لكن العلماء الذين يشتركون في هذا المشروع يستفيدون أيضًا.. يقول كريستوفر لينتوت، عالِم الفلك في جامعة أكسفورد في المملكة المتحدة، ورئيس تحالف «البحث العلمي للعامّة» الذي يتبنى المشاريع البحثية، ويعطي استشارات للباحثين: «هناك كم كبير من الاهتمام الفائض، ورغبة عارمة للاستفادة به في شيء حقيقي».

وهناك مؤشرات على أنه خلال الأعوام الخمسة الماضية أو نحو ذلك، أصبحت فكرة «البحث العلمي للعامّة» أكثر رواجًا لدى الباحثين، وأكثر ترجيحًا أنْ تتم ترجمتها إلى مشاريع بحثية مشروعة وقابلة للنشر. فهي توفر وسيلة للتوعية العامة على نطاق كبير ومدروس، وكذلك لمعالجة مشكلات بحثية كانت ـ لولاها ـ ستُعتبَر مستعصية على الحل، أو صعبة، أو مكلفة.

ومن المهم أيضًا توضيح أنّ توظيف غير العلماء تواجهه تعقيدات، من بينها: صعوبة إيجاد الوسيلة التقنية المناسبة والشركاء الملائمين من أجل تنظيم وتنفيذ المشاريع مع الآلاف من جامعي البيانات المحتملين. وعلى العلماء التأكد من أن تلك البيانات سليمة. كما يجب على الباحثين الذين يفكرون في الدخول في خضم «البحث العلمي للعامّة» أن يتواصلوا مع الجمعيات التي تم إنشاؤها للاسترشاد، وأن يفكروا فيما يحتاجونه من النتائج النهائية.. هل هي التوعية فقط، أم أكثر من ذلك؟

ومن الصعب قياس حجم نمو فكرة «البحث العلمي للعامّة» بشكل دقيق. وجزء من الأسباب يرجع إلى أن مشروعات عديدة تتداخل مع جهود تعليم العلوم، لكن المشاريع بدأت بالتأكيد تصبح أكثر شيوعًا. فقد بدأ تحالف «البحث العلمي للعامّة» بتبنِّي مشروع واحد في عام 2007، وقد استضاف إلى الآن أكثر من 20 مشروعًا. وتلقَّى التحالف 200 اقتراح لمشاريع ممكنة خلال العام الماضي وحده، ودشَّن بالفعل 10 مشاريع. وتضم مؤسسة أخرى مشابهة ـ تسمى «سايستارتر» ـ حاليًا أكثر من 450 مشروعًا. وكذلك هناك لدى مؤسسة «البحث العلمي

للعامّة» المركزية ـ التي شارك في تأسيسها ريك بوني، عالِم الطيور بجامعة كورنيل في إيثاكا بنيويورك، الذي صاغ في عام 1995 مصطلح «البحث العلمي للعامّة» ـ قائمة بـ162 مشروعًا.

وشاركَ البعض في إظهار منشورات بأسلوب مراجعة الأقران. وجيك ويلتزن، عالِم البيئة بجامعة أريزونا في توكسون، هو المدير التنفيذي للشبكة القومية الأمريكية لعلم الظواهر، التي تدير مشروعًا يسمى «دفتر الطبيعة»، حيث يقوم «علماء من عامّة المواطنين» بتعقُّب كيف يؤثر المناخ على توقيت أحداث دورة حياة النباتات والحيوانات. لقد قفزت أعداد المنشورات البحثية لمجموعة ويلتزن من منشور واحد في عام 2007 ـ عندما كان مصطلح «البحث العلمي للعامّة» يعني في أماكن أخرى طلب استخدام قدرة الناس على المعالجة الحوسبية؛ من أجل العمل بكَمّ كبير من البيانات ـ إلى أكثر من 100 منشور حاليًا.

ويقول ويلتزن: «إن هذه طريقة جديدة كليًّا للبحث في العلوم. إنها القدرة على التفكير في البيانات، وجمعها على مستوى قارّيّ».

القوة في الأعداد

يساعد «البحثُ العلمي للعامّة» الباحثين على معالجة المشكلات التي كانت في السابق غير قابلة للحل. فعلى سبيل المثال.. أراد جاستن هالبيردا ـ الاختصاصي النفسي في جامعة جون هوبكينز في بالتيمور بولاية ميريلاند ـ أن يدرس كيف يتطور الإدراك الذهني كلما تقدَّم الشخصُ في العمر؛ ففكر مبدئيًّا في أنه قد يحتاج إلى جمع معلومات من عشرات الآلاف من الناس من كافة الأعمار على مدار سنوات، وهي خطوة قد تكون مستحيلة ماليًّا ولوجستيًّا بالنسبة إلى فريق بحثي واحد يعمل بميزانية محدودة.

لذلك.. تَواصَلَ مع متطوعين، وطلب منهم أن يلعبوا نوعًا من ألعاب الفيديو؛ ليقوم بقياس الحس العددي، أي القدرة على تقدير كَمْ عدد العناصر الموجودة في مجموعة ما، بدون عَدِّها فعليًّا. وتضمنت اللعبة مشاهدة نقاط صفراء وزرقاء، تظهر لفترة وجيزة على شاشة؛ ومن ثم تقدير هل كان هناك نقاط صفراء أكثر، أم زرقاء. وعلى مدار بضعة أشهر، كان هناك أكثر من 13000 شخص ـ تتراوح أعمارهم بين 11 و85 عامًا ـ قد أخذوا الاختبار، وقام فريق هالبيردا بتحليل النتائج.

ولم يتوصل الباحثون فحسب إلى وصف عام للحس العددي لدى الأشخاص، ولكنهم كشفوا كذلك عن مفاجأة.. فالأشخاص لا يصلون إلى أفضل ضبط في الحاسة العددية حتى يبلغوا ثلاثين عامًا، وهو عمر أكبر بكثير مما ألمحت إليه معظم الدراسات السابقة (J. Halberda *et al*. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109**, 11116–11120; 2012). فقبل ظهور «البحث العلمي للعامّة»، «لم يكن بإمكان أيٍّ من العلماء إنتاج هذه البيانات»، حسبما يقول هالبيردا.

التوعية

بإمكان برنامج «البحث العلمي للعامّة» أن يثقف الناس ويشركهم. لقد بَنَى فيليب بروهان ـ عالِم المناخ في مركز مِت أوفيس هادلي في إكسيتر بالمملكة المتحدة ـ وزملاؤه مجموعات من البيانات، مستخدمين سجلات جوية تعود إلى سُفُن من القرن التاسع عشر. كانت السجلات مكتوبة يدويًّا؛ ولذلك.. لا يمكن تحويلها آليًّا إلى نسخ رقمية. قام الفريق بإعداد مشروع على الإنترنت يُسمَّى «الطقس القديم»، حيث قام علماء من عامّة المواطنين باختيار



MECHELLE MEIXNER

جاك ميكسنر يتعقب السلوك الفينولوجي لشجر العَرْعَرْ في تكساس، كجزء من مشروع «البحث العلمي للمواطن العادي» على حبوب اللقاح.

سفينة، وقراءة سجلاتها؛ لمعرفة قوائم الأوبئة والأشخاص الذين سقطوا في عرض البحر، والحالات التي علقوا خلالها في الجليد، وبالطبع.. حالة الجو. وبينما يتابعون ذلك، يقوم القراء بنسخ المعلومات في استمارات إلكترونية، ومن ثَمّ يحلِّلها فريق بروهان.

لقد حقق المشروع نجاحًا كبيرًا.. فالقراء انشغلوا بالسجلات، وكأنها يوميات لرحلة السفينة. ويقول بروهان: «وقع الناس في حب السفن». وأصبحت حالة الجو مجرد جزء من قصة كبيرة، لكن هذا الجزء هو الذي يأتي بالعلم. ومنذ إطلاق «الطقس القديم» في أكتوبر 2010، قام على الأقل 16400 عالِم من عامّة المواطنين بإدخال أكثر من مليون صفحة من السجلات؛ لإنتاج 1.6 مليون سجل عن التغيرات الجوية، شكلت الأساس لخمسة تحليلات خاصة بالغلاف الجوي.

وبتوسيع هذا النوع من النجاح، يستفيد الباحثون حاليا من برامج «البحث العلمي للعامّة» في استمارات طلب التمويل. فالوكالات غالبًا ما تطلب قياس كيف يؤثر المشروع البحثي على عامة الجمهور.. فمؤسسة العلوم القومية الأمريكية (NSF) ـ على سبيل المثال ـ تطلب وصفًا لـ«التأثير واسع النطاق» للمشروع؛ من أجل الموافقة على إعطاء المنح، بما فيها جوائز التطوير الوظيفي المبكر. ويؤكد ويلتزن أن فكرة «البحث العلمي للعامّة» تعد طريقة من أجل الوفاء بمتطلبات التأثير واسع النطاق.

كما أن بإمكانها أن تشرك الجمهور في بحث علمي قد يفيد السياسات البيئية أو الحكومية. وفي إحدى الحالات، ساعد المواطنون في جمع بيانات عن مستويات الضوضاء قرب إحدى ساحات فرز القمامة في مقاطعة ديتفورد بلندن. وأوضح العلماء من عامّة المواطنين أن هذه العملية تخرق حدود الضوضاء المسموح بها؛ فقامت وكالة البيئة البريطانية بسحب تراخيص الساحة.

وفي واحد من أكثر الأمثلة الإبداعية لـ«البحث العلمي للعامّة»، يستعد أعضاء المجتمعات المحلية في حوض الكونغو للمساعدة في الحفاظ على الأرض والحيوانات. فقد كان جيروم لويس ـ أخصائي علم الإنسان في كلية لندن الجامعية ـ يعمل مع مجموعة من قصار القامة البدائيين في رواندا وأماكن أخرى بالمنطقة، عندما أخبروه عن صائدين غير شرعيين يقتلون الحيوانات، وقاطعي أخشاب يدمرون الموارد الطبيعية، مثل بعض ◄

الشروع في العمل

(نداء للمساعدة)

إن إطلاق مشروع «البحث العلمي للعامّة» يتضمن بعض الخطوات المهمة:

أولًا، اطرح سؤالًا يؤدي إلى الاستفادة الكاملة من شبكة جامعي البيانات الهواة. قد يكون جَعْل العلماء الذين هم من عامّة المواطنين يتعقبون التغيرات التي تحدث في حموضة الأمطار على مدى زمني محدّد، من خلال قياس معدل وأثر العوامل الجوية على شواهد قبور رخامية في مقابر معينة. وقد تشير النتائج إلى تغيرات في التلوث والمناخ.

بعد ذلك.. التمِسْ التوجيه من أشخاص بدأوا بالفعل في مشروعات من هذا النوع، مثل تحالف «البحث العلمي للعامّة» (www.citizenscience alliance.org).

اصنع شبكةً، أو راسل أشخاصًا بارعين في التسويق للأساتذة، وفي استخدام وسائل التواصل الاجتماعي؛ لتطوير مشروع مبسط للمستخدمين، وسهل التتبع، وجاذب لعديد من العلماء الذين هم من عامّة المواطنين. وهناك مؤسسات معينة، مثل تحالف «البحث العلمي للعامّة» المركزي، يمكنها أنْ تمنحك مجموعة أدوات على الإنترنت (go. nature.com/e1jjm5)، كما يوجد لدى داتاوان دليل لإدارة البيانات، مخصَّص لمشاريع «البحث العلمي للعامّة»، (go.nature.com/xfpdmh).

استثمِر في تصميم المشروع، من خلال ـ على سبيل المثال ـ إنشاء موقع إلكتروني، وتحويل المهام إلى ألعاب، والتسويق والدعاية للمشروع على وسائل التواصل الاجتماعية، واختباره على مشاركين محتملين.

خَطِّطْ لإنفاق الكثير من الوقت والجهد. قد يستغرق الأمر شهورًا أو سنوات للحصول على بيانات للنشر. وحتى هذا الوقت، قد تُعَدّ جهود العلماء من عامّة المواطنين مسؤولية إضافية بدوام كامل.

فكِّرْ في مصادر إبداعية للتمويل، من المؤسسات الخاصة، وحتى المتبرعين الأفراد، أو حتى الشركات التي تريد دعم تعليم العلوم. لقد تواصل جايسون أوزبورن ـ الشريك في تأسيس مشروع باليو كويست لـ«البحث العلمي للعامّة» ـ مع المعلمين؛ ومن ثم أنشأ نموذجًا تعليميًّا لتعزيز اهتمام الشركات المتبرعة بالعلوم. وهو يقول: «يمكنك أن تموِّل البحث العلمي من خلال تمويل التعليم».

الأشجار المقدسة. وبالتعاون مع موكي هاكلاي ـ عالِم المعلومات الجغرافية في كلية لندن الجامعية ـ سعى لويس إلى استخدام وسيلة للمساعدة وتوثيق الأضرار لصانعي السياسات. وفي البداية، بدا أن اللجوء إلى «البحث العلمي للعامّة» ليس من بين الاختيارات المطروحة، لأن هؤلاء البدائيين لا يستطيعون القراءة والكتابة، ناهيك عن الولوج إلى الإنترنت.

وقد صمّم فريق هاكلاي هواتف ذكية تعمل بنظام الملاحة عبر الأقمار الاصطناعية، وبها أيقونات، مثل صور لأشجار، أو فخاخ صيد. يحمل أعضاء المجتمعات المحلية الهواتف في الغابات، ويضغطون على الأيقونة المختصة عندما يقفون أمام نقطة استدلال معينة، مثل شجرة مقدسة قد يتم استهدافها من جانب قاطعي الأشجار. وتأتي البيانات إلى فريق هاكلاي، حيث يقوم بعمل خرائط وتقارير، يتم توزيعها على شركات قَطْع الأشجار ونَقْلها، التي تقرر حينها ما إذا كانت ستترك إحدى نقاط الاستدلال في مكانها، أم لا. هذا.. وكان من المقرر أن يتم إطلاق مشروع مشابِه للتعامل مع الصائدين غير الشرعيين في إبريل الماضي. وبالنسبة إلى بيانات معينة، مثل مواقع أفخاخ الصيد، فسيتم إعطاؤها لصانعي السياسات؛ ليحاولوا تقليل عمليات قتل الحيوانات المهددة بالانقراض. وكميزة إضافية، تعمل تلك الهواتف بشواحن بطاريات كهروحرارية، تستطيع تحويل حرارة النيران إلى كهرباء. ويضيف هاكلاي: «إذا وجدنا وسيلة للحصول على أقصى استفادة من «البحث العلمي للعامّة»؛ فبإمكاننا أن نفعل كافة أنواع الأمور المثيرة للاهتمام».

ماذا نترقب؟

قد تبدو فكرة «البحث العلمي للعامّة» لها كل المميزات، والقليل من المساوئ، أي أنها طريقة لجعل الآخرين يعملون بثمن بخس؛ لأداء ما لا يستطيع الباحثون أداءه، أو ما لا يرغبون في فعله. وهذا التفكير قد يؤدي إلى مشكلات. يقول بروهان: «إن (البحث العلمي للعامّة) أمر مكلف للغاية، من حيث الوقت والجهد الذي يبذل في إدارة الأفراد، والمواقع الإلكترونية، وقواعد البيانات»، (انظر: «دعوة إلى التسلح»).

وتعتبر إدارة الأفراد أحد أكبر التحديات، حسبما تقول أندريا ويجينز، عالِمة الاجتماع التي تبحث في موضوع «البحث العلمي للعامّة» في جامعة نيو مكسيكو في ألبوكيركي، كجزء من مشروع «داتاوان» الذي تموله «مؤسسة العلوم القومية الأمريكية»، ذلك المشروع الذي يهدف إلى زيادة توافر البيانات عن الأرض والبيئة. وتقول: «أنت لا تعرف بالضرورة مَنْ يقف عند الطرف الآخر من نقطة البيانات».. قد يكون أستاذًا متقاعدًا في علم النباتات، يرسل تقارير عن الزهور البرية، أو قد يكون هاويًا محضًا ذا عين غير مدرَّبة.

ونتيجة لذلك.. من الصعب ضمان جودة البيانات. وعلى العلماء أن يصمموا مشروعاتهم وأنظمتهم؛ لتكون متاحة لأي شخص يتتبعها. كما يجب عليهم مراقبة الجودة بشكل منتظم. ولينتوت وفريقه يقومون بهذا بالفعل، كجزء من مشروع يسمى «صائدو الكوكب»، حيث يقوم علماء من عامّة المواطنين بتمحيص البيانات الواردة من مركبة كيبلر الفضائية ـ التابعة لوكالة «ناسا» ـ للبحث عن أحداث العبور، التي هي بمثابة انخفاضات قصيرة في سطوع النجوم، تحدث عندما تمر الكواكب أمامها. ولتعقُّب مدى كفاءة العلماء الذين هم من عامّة المواطنين في التقاط أحداث العبور، ولقياس مدى حساسية النظام لمختلف الأنواع، يدرج فريق صائدي الكوكب إشارات كواكب وهمية، جنبًا إلى جنب مع البيانات الحقيقية، ومن ثم يقومون بقياس مدى كفاءة الأشخاص في الكشف عنها. وفي معيار آخر لمراقبة الجودة، يقوم مستخدمون عديدون بعمل المهمة ذاتها على البيانات نفسها؛ حتى يتم حساب متوسط الأخطاء. وبما أن المستخدمين يقومون بالتسجيل للدخول إلى النظام، فبإمكان الباحثين أن يتعقبوا أيًّا من العلماء الذين هم من عامّة المواطنين أفضل في أية مهمة بالتحديد، ومن ثم يمكنهم أنْ يعطوا ثقلا إضافيًّا للنتائج الواردة من أفضل العاملين.

وقد يؤدي الحجم الهائل للمشاريع إلى خلق تحديات في مراقبة الجودة. ومشروع إي بيرد في جامعة كورنيل يستخدم علماء من عامّة المواطنين في توثيق تواجد الأجناس عبر الولايات المتحدة، وانعدامها ووفرتها. ويتسلم المشروع 25 مليون ملاحظة كل شهر، لتتم مراجعتها من جانب فريق يضم 500 متطوع، تم اختيارهم بناءً على خبرتهم. وعلى كل مُراجِع أن يمحِّص 4% من الملاحظات؛ للتحقق من صحتها، وهو ما يعني النظر في مئات الآلاف من الملاحظات. ويفكر منظمو المشروع ـ في الوقت الراهن ـ في طرق جديدة لإدارة المجموعات الكبيرة من البيانات، إما من خلال مراجعة كمٍّ أقل، أو من خلال ميكنة كمٍّ أكبر.

«يمكنك أنْ تحصل على المعلومات التي تريدها في الوقت نفسه الذي تنجح في إشراك الناس فيها».

ويتوجب على العلماء كذلك أن يواجهوا التحدي المتمثل في توظيف متطوعين، والإبقاء عليهم. و«نأمل في أنْ تكون العلومُ طيِّعَةً، بشكل ما؛ حتى يرغب الناس في دعم الأبحاث المؤدية إليها»، حسبما يقول جايسون أوزبورن، رئيس وشريك تأسيس باليو كويست، وهي منظمة تركِّز على «البحث العلمي للعامّة»، وتهتم بعلم الحفريات. ويضيف أوزبورن قائلًا إنّ المشاريع يجب أن تكون شيّقة، وواقعية ملموسة، وتتضمن اكتشافات. وفي مشروع منبثق عن باليو كويست، يُسمَّى (الباحث عن القرش)، على سبيل المثال، حدد أوزبورن وشريكه في التأسيس، آرون ألفورد، طبقات من الصخور مليئة بحفريات سمك القرش، وأخذا عينات كبيرة من المستنقعات النهرية، ومن بيئات نائية أخرى. وقام الباحثان بتوزيع العينات في علب أدوات على فصل دراسي في الولايات المتحدة. وتم إرسال أيّ حفرية يكتشفها الطلاب إلى جامعة ميريلاند في كوليدج بارك، حيث قامت مجموعة من علماء الحفريات ـ يقودهم بريتون كينت ـ بالتحقق مما تم التوصل إليه. ويقوم المشروع حاليًا بتصنيف التكوينات الحفرية على طول الساحل الشرقي للولايات المتحدة، لكن أوزبورن يأمل في توسيع أعمال التصنيف؛ لتشمل بنما، ودولًا أخرى. ويقول أوزبورن: «ضع بنما في علبة الأدوات؛ وسوف تجد رد فعل كل ولد من الأولاد: يا وَيْحي.. لديَّ قطعة من بنما على مكتبي، وأنا أنظر إلى بقايا أحفورية»، مشيرًا إلى أن الأولاد يحبون أيضًا التعامل مع الحفريات التي تعود إلى عصور ما قبل التاريخ. ولذا.. «يجب أن يوجد عنصر الانبهار هذا». وإذا ما اكتشفوا نوعًا جديدًا من الكائنات؛ فإن العلماء من عامّة المواطنين ـ التابعين لأوزبورن ـ قد ترد أسماؤهم في نشرة علمية، أو حتى قد يُمنحوا فرصة تسمية النوع الجديد.

وأيًّا ما كان دافع المتطوع ـ حتى إنْ كان مجرد فرحة المشاركة ـ فيجب على العلماء أن يفهِّموه، ويرعوه. فبالنسبة لمشروع الطقس القديم، ابتكر فريق بروهان نظام تصنيف، من خلاله يحصل كل مواطن من المواطنين على لقب (طالب عسكري) عند التحاقه بالبرنامج. وبعد تدوين 30 صفحة من السجلات، يتم ترقيتهم إلى رتبة ملازم أول. والشخص الذي يدوِّن أكبر عدد من الصفحات على سفينة ما؛ يصبح قبطان السفينة. وتتيح مواقع التواصل الاجتماعي والمنتديات على الإنترنت الفرصة للمشاركين للتحدث إلى بعضهم البعض.

وهناك طريقة أخرى للإبقاء على مشاركة المتطوعين، وهي تحديد أفضلهم؛ ودعوتهم إلى عمل المزيد. يعمل سكوت ستيفنز ـ الباحث المشارك في المعهد التعاوني للمناخ والأقمار الاصطناعية في آشفيل بنورث كارولينا ـ على برنامج، يقوم خلاله العلماء من عامّة المواطنين بتصنيف صورٍ للعواصف. واكتشف فريقه أن ربع البيانات جاءت من حفنة من المستخدمين الأقوياء، الذين قام كل واحد منهم بتصنيف 20 صورة. وفي الواقع، أسهمَ عالِم واحد من عامّة المواطنين في ما نسبته 7% من النشاط على الموقع، وهو أكثر من المستخدمين الخمسة الأقوياء الذين يلونه مجتمعين، وأكثر من نصف قاعدة المستخدمين الأقل نشاطًا مجتمعين. يقول ستيفنز، الذي يريد فريقه أن يصنع شيئًا مماثلًا لنظام التصنيف الخاص ببروهان؛ لمكافأة الأفضل والأكثر التزامًا: «كلٌّ من المستخدِم العابِر والمتميز مهمٌّ لنا». وبتطور المشروع، يستطيع المنظمون أن يتواصلوا مع المستخدمين المتميزين؛ ودعوتهم إلى المشاركة على مستوى أعلى، ربما من خلال المساعدة في تحليل البيانات، أو في إدارة مجموعات من العلماء الذين هم من عامّة المواطنين.

وأخيرًا، يبقى التحدي المتمثل في تمرير بيانات «البحث العلمي للعامّة» بمراجعة الأقران، لكن هذا التحدي بدأ في التراجع. ويقول لينتوت: «لم أصادف رد فعل غاضبًا ضد هذه الفكرة. عليك فقط أن تختبر النموذج، وكأنك كنت تكتب شفرة للكمبيوتر».

لقد بدأت النشرات العلمية التي تستخدم بيانات من «البحث العلمي للعامّة» تصبح أكثر شيوعًا، بل وتحصل على تشجيع. فعلى سبيل المثال.. استخدم الباحثون في جامعة برنستون في نيوجيرسي بيانات من مشروع (دفتر الطبيعة) من أجل توسيع نموذج لتوقيت نمو براعم الأوراق في منطقة غابات هارفارد في ماساتشوستس؛ ليشمل كل الساحل الشرقي للولايات المتحدة. وقد نشر الفريق نموذجهم الموسع هذا العام (S.-J. Jeong *et al*. *Geophys. Res. Lett.* **40**, 359–364; 2013). ولم يرحب المراجعون الأقران بـ«البحث العلمي للعامّة» فحسب، بل أسدى أحدهم نصيحة حول كيفية استخدام نموذج «البحث العلمي للعامّة» بشكل أكثر فاعلية، حسبما يشير ويِلْتزن.

وإذا ما سارت الأمور بشكل جيد، فإن «البحث العلمي للعامّة» يعتبر وسيلة لتوصيل العلوم، والمشاركة في التوعية، وإنجاز أهداف الأبحاث. يقول ويلتزن: «يمكنك أنْ تحصل على المعلومات التي تريدها في الوقت نفسه الذي تنجح فيه في إشراك الناس فيها. والأمر مثل لعب لعبة ضرب الكائنات التي تظهر وتختفي، لكن تكون كل الكائنات ظاهرة أمامك. إنك تحقق كل الأهداف في وقت واحد». ■

تريشا جورا كاتبة حرة، تقيم في بوسطن، ماساتشوستس.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نقطة تحوُّل

برونو ريفيرساد

عالِم البيولوجيا الجزيئية في معهد البيولوجيا الطبية، التابع لوكالة العلوم والتكنولوجيا والأبحاث «A*STAR» بسنغافورة، برونو ريفيرساد، هو أول عالم يفوز من خارج أوروبا بجائزة الباحثين الشباب من المنظمة الأوروبية للبيولوجيا الجزيئية، التي حصل عليها في نوفمبر الماضي؛ لعمله في مجال علم الوراثة والتوائم.

هل تنجح في العمل في بيئة تنافسية؟

نعم، لقد أدركت أن الجامعة مجال تنافسي، عندما قال أحد أوائل أساتذتي إن 60% من طلبة الفصل الدراسي لن ينجحوا في الانتقال إلى العام الدراسي الثاني. ومنذ تلك اللحظة، جلست في المقاعد الأمامية، وعملت بجدّ.

ما الذي أدى إلى افتتانك بالتطور الجنيني؟

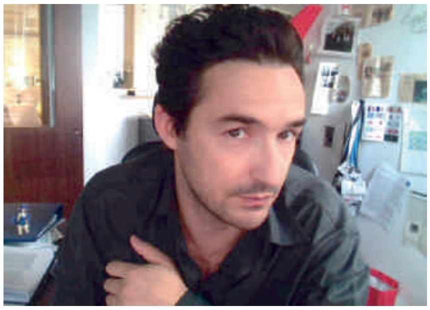
درست بجامعة ويسترن أونتاريو في مدينة لندن بكندا في عامي الرابع كطالب جامعي. وعملت على مراحل النمو الأولى لسمكِ الزرد المخطط. كان الجنين الناشئ بارع الجمال، وشكلًا لكائن حي في أولى مراحله العمرية، ما جعلني أدرك أنه مجال متميز. وفي هذا الوقت، كان الطب وعلم الأحياء يختصّان فقط بتشخيص المرض وعلاجه، لكنني وجدت ارتباطًا بينهما، وبين الولادة والنمو. ذهبت بعد ذلك إلى معهد باستور في باريس لمدة عام؛ لدراسة المراحل الأولى لنمو الرأس، وذلك بعد أن رأيت صورة لفأر بلا رأس على غلاف مجلة نيتشر (W. Shawlot and R. R. Behringer *Nature* **374**, 425-430; 1994).

ماذا كان أكبر تحدٍّ واجهك في رسالة الدكتوراة؟

أجريت معظم بحثي في جامعة كاليفورنيا بلوس أنجلوس، حيث أمضيتُ النصف الأول من برنامج العمل ألاحِق بروتين الكوردين (chordin)، وهو بروتين.. كنتُ أنا ومستشاري ـ إيدي دي روبرتس ـ نعتقد أنه يسري في الدم. وبعد ثلاثة أعوام، وجدنا أننا كنا مخطئين.. لكنني ثابرتُ على العمل، وأوضحنا فيما بعد كيف أن البروتينات المتعددة تساعد الأجنة المقسومة إلى نصفين على إعادة ضبط نفسها باستمرار. ونشرتُ أنا وإيدي عَمَلَنا في مجلة «الخلية» (B. Reversade and E. M. De Robertis *Cell* **123**, 1147-1160; 2005).

ما الذي دفعك إلى التركيز على علم وراثة التوائم؟

إن الجلوس في المختبر لتشريح أجنة الضفادع يومًا بعد يومٍ قادني إلى استنتاج محدد.. فالتوائم المتطابقة تحدث مرة واحدة كل 300 ولادة، وهو معدل أكبر من معظم الأمراض الجينية. وكان الاعتقاد السائد في ذلك الوقت أن ظاهرة التوائم تحدث عَرَضًا، لكنني بدأتُ أبحث عن دليل على وجود حافز جيني لنشوء التوائم. وتمكنتُ ـ فيما بعد ـ طبيبة الوراثة الإكلينيكية حنان حمامي ـ التي كانت في ذلك الوقت تعمل في «المركز الوطني للسكري والغدد الصم والوراثة» في عمان بالأردن ـ من تحديد 13 زوجًا من التوائم المتطابقة عبر عدة أجيال بعائلة واحدة، منوِّهةً إلى وجود ارتباط جيني. وقد تكرَّمَتْ بدعوتي إلى العمل معها.



كيف استطعتَ أن تذهب سريعًا إلى الأردن؟

أردتُ اختبار أفكاري بأسرع ما يمكن، ولم أكن أرغب في عمل دراسات ما بعد الدكتوراة. وربما كان ذلك الأمر عجرفةً، أو عدم واقعيّة، ولكنني أردتُ أن أكون مستقلًّا. ولحسن الحظ، كان رجل الخير السويسري، برانكو فايس، يبحث عن علماء شباب يتتبَّعون مشكلة بيولوجية ذات تأثيرات مجتمعية، وذلك لإعطائهم منحة «المجتمع في العلوم». قابلت برانكو، وشرحت له أن التوائم المتطابقة يمكنها أن تنشأ من خلال عدة تقنيات، بما فيها التنصيف الجنيني، وربما من خلال الهندسة الوراثية، وهي بالنسبة لي وسائل تستدعي التساؤل حول الضجة التي أُثيرت حول الجانب الأخلاقي المتعلق بالاستنساخ. أقنعتُه أن الفكرة تستحق المتابعة؛ فأعطاني المال اللازم لذلك.

هل نشرت نتائج هذه الدراسة؟

ليس بعد. أنا الآن أدرس عيِّنات من عائلات أخرى، بها مجموعات متعددة من التوائم. وجدنا جينًا ممثلًا بشكل أكبر في التوائم المتطابقة، وهو الذي يصيغ شفرة البروتين. نحن نعمل على التأكد من أنّ هذا الاكتشاف محميٌّ بحقوق براءات الاختراع.

ما هي أهم خطوة في مسيرتك المهنية إلى الآن؟

في عام 2008 كنت أول باحث في مؤسسة «A*STAR» يتم توظيفه كأستاذ مساعد في معهد البيولوجيا الطبية. لقد أعطوني صكًّا على بياض، يعني: لا مسؤوليات في مجال التدريس، أو في كتابة طلبات للحصول على المِنَح. كل شيء كان جديدًا، وكانت البلاد تستثمر كثيرًا في العلوم. لقد تطورتُ هنا، لأنني حصلت على هذه الحرية، تمامًا كما بدأت الثورة في علم الوراثة البشرية.

ما الذي تخطِّط لفعله بعد ذلك؟

أريد العمل على الأمراض النادرة، بدءًا من شذوذ النمو، حتى السرطان الوراثي. وإذا أردت أن تفهم سمةً شائعةً في عموم الناس؛ فعليك أن تبحث في الصفات غير المألوفة. ■

أجرت المقابلة: فيرجينيا جوين

تنحية..

تقليص محتمَل لأعداد الموظفين

ستظل الجامعات والمؤسسات البحثية الأمريكية في وضع مالي مستقر، بالرغم من تخفيضات الميزانية الفيدرالية، لكن تخفيض أعداد الموظفين بات أمرًا محتملًا، حسبما يفيد تقرير لخدمة «موديز» للمستثمرين، وهي وكالة دولية للتصنيف الائتماني، مقرها في نيويورك. وفي «سلسلة سيكويستر» هناك عنوان يقول: «التأثير محدود على الجامعات الأمريكية والمؤسسات غير الربحية المرتبطة بها»، نُشر في 28 مارس، حيث تشير إلى أن الجامعات والمعاهد البحثية ستشهد تخفيضًا للتمويل الفيدرالي بنسبة إجمالية تبلغ 5% هذا العام. ويهدف هذا التقرير إلى طمأنة المستثمرين في قطاع التعليم العالي، لكنه يفيد بأن عمليات التسريح ـ خاصة بالنسبة إلى الباحثين غير المثبتين في وظائفهم ـ قد تكون ضرورية؛ لمواجهة التخفيضات. وقالت إديث بيهر، نائب رئيس «موديز»، إنه من المحتمل أن تزيد المؤسسات من تركيزها على البحوث متعددة التخصصات، والتعاون الخارجي؛ من أجل زيادة الإيرادات، واقتسام التكاليف.

الاتحاد الأوروبي

هجرة أسهل

سيصبح البقاء في الاتحاد الأوروبي والعمل به أكثر سهولة بالنسبة إلى الباحثين والطلاب الأجانب، طبقًا لقانون مقترح. ويعمل المشرِّعون الآن في مرحلة إعداد المسودة على التأكيد على أن الدول الأعضاء بالاتحاد الأوروبي ستصدر قرارات حول استمارات التقديم خلال 60 يومًا، تسمح للباحثين والطلاب بالتنقل بين الدول لفترة 6 إلى 12 شهرًا، أو حتى فترة الدراسة كاملة بالنسبة إلى الحاصلين على زمالة ماري كوري، وإيراسموس موندوس، كما ستسمح للطلاب والباحثين بالبقاء في الاتحاد الأوروبي لمدة تصل إلى عام؛ لإيجاد عمل، أو إنشاء مشروع تجاري. ويراجع البرلمان الأوروبي ومجلس الاتحاد الأوروبي الاقتراح، الذي من المقرر أن يتم تَبَنِّيه في عام 2016. ويقول ميشيل سيركون، المتحدث باسم مفوضية الاتحاد الأوروبي للشؤون الداخلية، إن النظام الحالي «مشتت إلى حد كبير»، وإن هذا القانون «من شأنه أن يسد الفجوات».

وسائل إعلام

نادٍ إلكتروني للنشرات

إحدى النشرات الطبية الأمريكية أصبحت هي الأولى التي تستخدم منصة على الإنترنت؛ لتسمح للمشاركين بمناقشة الأوراق البحثية مع مؤلفيها في الوقت ذاته. وقد نقلت نشرة «فيرتيليتي آند ستيريليتي» بثًّا لجلستين من «جورنال كلوب ليف» على موقع «يوتيوب»، وستبث الثالثة خلال شهر مايو، حسبما قال مطوِّر المنصة، ستيفن بالتر، محرِّر وسائل الإعلام الجديدة في النشرة. وتشارك مجموعة النقاش المدعوة في حوار جماعي عبر الفيديو، بينما يرسل مشاهدو موقع «يوتيوب» أسئلتهم. وقد أتت مجموعة النقاش والمشاهدون في الجلستين الأوليين من الولايات المتحدة، والهند، وإسبانيا. ويقول بالتر إن «هذا أَخَذَ بالنقاش إلى منحى التعاون الدولي».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مسرد المصطلحات العلمية

chlamydospores
أبواغ المتدثرة، المُتَدَثِّرَة Chlamydia
(جِنْسٌ مِنَ الجَراثيم سَلبيّة الجرام).

pelagiphages
العاثيات البحرية (فيروسات بكتيرية بحرية)

Flycatcher
طائر صائد (*Muscicapa*)
الذباب أو الذباي (التبابي)



transcriptional silencing
الخُمود (والإسكات) الاسْتِنْساخي

A

accretion	التَّنامي الالتحامي
action potential	إمكان (احتمال) الفعل
active matter	مادة نشطة
adaptive immunity	المناعة التكيفية
Adaptive optics	التكيفات البصرية
adenylyl cyclase	إنزيم سيكلاز الأدينيل (مُحَلِّقَةُ الأدينيل).
adherens	الملتصقة
Adulthood	مرحلة النضج
aerosols	الهباء الجوي
Agonist	الدواء الناهض
AMO Atlantic Multidecadal Oscil-lation	التقلّب المستمر في المحيط الأطلسي على مدى عقودٍ متعددةٍ
amyloidosis	الدَّاءُ النَّشَوانِيّ
Anatomist	عالم التشريح
Aneurysm	مرض تمدّد الأوعية الدموية
Ankyrin repeat	تكرارية الأنكيرين
Annelids	الحلقيّات
Aphasia	حبسة (فقدان النطق)
archaea	بكتيريا «أركايا» العتيقة
Archaea	قديم، عتيق، أوَّلِي، بدائي
arrhythmogenic	مُحْدِثُ اضْطِراب النبض
Atacama Large Milli-meter/submillimeter Array (ALMA):	مرصد مصفوفات أتاكاما المليّمتري الكبير
Atlantis Bank	ركام الأطلسي
ATP	الأدينوسين ثلاثي الفوسفات
Autism spectrum disorder	اضطرابات طيف التوحد
Autoinflammatory	ذاتية الالتهاب
Autonomous motion	الحركة الذاتية
autophagy	الالتهام الذاتي (الخلوي)
autoreactive	ذاتي التفاعل
Aversive reinforcement	التعزيز المُكْرَه

B

B cells	الخَلايا البائيّة (من أنواع الخلايا الليمفاوية/خلايا الدم البيضاء)
Behavioural Syndrome	متلازمة سلوكيّة
Bilateria	الحيوانات ثنائية التناظر، أو ذات الجانبين
bin	أقسام متساوية من الكروموسوم
Biomarkers	مؤشرات حيوية
Biomimetics	محاكاة النظم البيولوجية هندسيا
Biomolecular	الجزيئية الحيوية
Biophysist	عالِم فيزياء حيوية
Biosafety	السلامة الحيوية
Biosecurity	الأمن الحيوي
Biosustainability	الاستدامة البيولوجية - النظم البيولوجية المستدامة
Biotech	التقنية الحيوية
Bipotent	ثنائي الفاعلية
blastocyst	الكيسَةُ الأُرَيمِيَّة

C

Cache Rocks	صخور خبيئـة (قديمة)
Caenorhabditis elegans	الربداء الرشيقة/ دودة أسطوانية شفافة
caesium-137	سيزيوم – 137
caffeine-free coffee strains	سُلالات بُن خالية من الكافيين
Canary Rockfish	السمك الصخري الكناري
Cap and trade	سقف ومتاجرة
cap-dependent translation	الترجمة المعتمدة على الغطاء
carbon nanotubes	الأنابيب النانوية الكربونية
carbon sequestration	احتجاز/حبس الكربون
Cardiomyocyte	خَلِيّة عضلِيّة قلبيّة
Career arc	قوس مهني
CELL FATE	مصير الخليّة
cell's protein-building complex	مركب الخلية الباني للبروتين
Emryonic stem cells	الخلايا الجذعية الجنينية
cellular recycling	التدوير الخلوي
cellulases	سيليوليز
cellulosome	سليلوسوم
Cetaceans	الحيتانيّات/ الثدييات المائية
Chaperone	مُرافق
Chelation	استخلاب
chlamydospores	أبواغ المتدثرة
cineradiographic device	أجهزة التصوير السينمائية بالأشعة
circumstellar	قرص نجمي دوّار
Climatologists	علماء المناخ
Co-clinical Trial	دراسة إكلينيكية مشتركة (تُجرى على الإنسان والحيوان معًا)

Coffee rust	شَقِران البُن (صدأ البُن)
combustion synthesis	التخليق بالاحتراق
Compartmental-ization	التَّحاوُز (الانقسام إلى أحْواز)
complex sugar	سكر مركب
Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act	قانون الاستجابة البيئية والتعويض والمسؤولية
Conformational dynamics	الديناميكيات الهَيْئِيّة
Coral Reef Laboratory	معمل الشعاب المرجانية
craniofacial development	التطور القحفي الوجهي
cross-breeding	التهجين البيني
crosslinks	روابط عابرة
cross-reactions	الاستجابات المتبادلة (المناعية)
crowd-funding	تمويل جماعي
cryo-Electron Microscope	مجهر الإلكترون لفحص العينة بالتبريد
Cryonic life extension	حفظ الجثث بالتبريد لإطالة مدة حياتها
customized cells	الخلايا ذات المواصفات المحددة

D

data-mining	تنقيب البيانات
Dichlorodipheny-ltrichloroethane	ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثلاثي كلورو الإيثان
differential equations	معادلات تفاضلية
differential interference contrast microscopy (DIC)	الفحص المجهري المتباين تفاضلي التداخل
difluorotoluene	داي فلوروتولوين
Dwarf sperm whale	حوت العنبر القزم

E

emerald cockroach wasp	زنبور الصراصير الزمردي
emerald cockroach wasp	زنبور الصراصير الزمردي
endocrine-disrupting chemicals	متلفات الغدد الصماء
Enterotypes	الأنماط المعوية
entorhinal cortex	القشرة المخية الأنفية الداخلية
Environmental epidimeology	علم أوبئة البيئة
EPA	وكالة حماية البيئة (الأمريكية)
ephaptic coupling	الاقتران التَّماسي
epiblast	الأديم الظاهر
episodic tectonic activity	النشاط العرضي التكتوني
ERC	المجلس الأوروبي للأبحاث
European METAHIT	المشروع الأوروبي للتبدل-المَجينيّ بالسبيل المعوي للإنسان
European Roma population	السكان الغجر في أوروبا
Evolutionary biology	علم الأحياء التطوري
Exomes	إكسومات
Exoplanets	الكواكب الخارجية (الكواكب خارج المجموعات النجمية)
expeditionary palaeontology	علم استكشاف الحياة القديمة
Exposome	الإكسبوزوم
Exposomics	علم الإكسبوزوم
extremophiles	كائنات تعيش في بيئات متطرفة

F

Fathead minows	سمك المينو سمين الرأس
ferrochelatase	إنزيم فيرُّوكيلاتاز
Fibromyalgia	ألم عضلي ليفي
Finches	شُرشورات (عصافير)
Florescent Proteins	البروتينات اللامعة
fluidics	المنطق السائل
fluorescent	الفلوريسنت (لمعان ناشئ عن امتصاص إشعاع مصدر آخر)
Flycatcher	طائر صائد الذباب
follower neurons	الخلايا العصبية الأتباع
Fossil fuel offset credits	حصص تخفيض انبعاث الوقود الأحفوري
Foxo transcription factors	عوامل نسخ فوكسو
Fringe	تكميلي
Fungicides	مُبيدات الفطريات

G

Gender Excellence	تميُّز النوع
gender studies	دراسات النوع
Gender-bias	التحيّز (التحامل) القائم على أساس النوع
Gene-expression signature	توقيع التعبير الجيني
Genetic Propensity	الاستعداد الوراثيّ
genetic tools	أدوات وراثية
Genome-wide association	الارتباط على نطاق الجينوم
genotype	النَّمَط الجِينيّ
geomorphology	علم شكل الأرض
Germline	الخط النسيلي
Glaciochemist	خبير تحليل طبقات الجليديات
gonadotropin-releasing hormone (GnRH)	هرمون منبه لغدد التناسل
G-protein-coupled receptor (GPCR)	مستقبل بروتين جي المقترن
GTP	ثُلاثِي فُوسْفات الجوانُوزين

H

Hastatic	رمحي
Hazard ranking-model	نموذج تصنيف المواد الخطرة
heterochromatin	كروماتين مُغاير
Heterozygous	متباينات اللواقح
hind limbs	الأطراف الخلفية
Horse mackerel	الأسقمري (حصان الماكريل)
humic substances	المواد الدُّبالِيّة
hydrofluorocarbon	هيدروفلوروكربون
hypergeometric test	اختبار فوق الهندسي

I

ideograms	إيديوجرامات/ صور رمزية
immunogenicity	تكوين المناعة
imprinted genes	الجينات المطبوعة
Indels	طفرات جينية قصيرة
Induced pluripotent stem (iPS) cells	خلايا جذعية مُستحثّة متعددة القدرات
Innate immunity	مناعة فطرية أو طبيعية
interactive antagonisms	تفاعلات عدائية
Interconversion	التحويل المتبادل
intron	الإنْترُون = الدخلون
isotope dating	تحديد عمر عينات نظائر الجليد

K

karyotypes	أنماط نووية
kinesin	كينيزين
kinetoplastids	بلاستيدات منشأ الحركة

L

laser detection and ranging (LADAR)	اكتشاف الليزر، وتحديد نطاقاته
lead compound	مركب استرشادي/ أساسي/ مبدئي
Lead drug	عقار الأساس/ المادة الدوائيّة الأساسيّة
Leucine-rich repeat kinase 2	كيناز التكرارية الغنية-باللوسين-2
light sheet	غشاء ضوئي
lineages	السلالات
liquid crystals	البلورات السائلة
logarithmic spiral	الحَلَزون اللوغاريتمي

M

mammalian fossils	حفريات الثدييات
Marine biologist	عالِم أحياء بحرية
mass spectrometric	قياس الطيف الكتلي
mechanotransduction	التنبيغ (النقل الحراري) الميكانيكي
medial prefrontal cortex	قشرة الفص الجبهي الأمامي الوسطى بالدِّماغ
medium used in cell & tissue culture (RPMI)	بيئة معهد روزويل بارك لزراعة الأنسجة
membrane proximal region	المنطقة الدانية للغشاء
mesenchyme	اللحمة المتوسطة
mesocosms	تجارب حظائر بيئية وسيطة
Meta-analysis	تحليلات احصائية للدراسات
metabolic diseases	الأمراض الأيضية
metabolic pathways	مسارات أيضية
Metabolites	أيضات
metabolomics	المستقلبيات
metagenome	ما وراء الجينوميّات (ميتاجينوم)
meta-omics	ما وراء التحليل النطاقي
metaproteomic	الميتابروتيوميّات
metatranscriptomic	الميتانسخوميّات
methyl hexanoate	هيكسونات الميثيل
MHC	مركب التوافق النسيجي
micro-Arcadias	الأركاديّس الصغيرة
Microbiome	ميكروبات
Microbiota	مِجْهَرِيَّات بُقعَة
Microliths	حصيات دقيقة
Microphysics	فيزياء دقيقة
Microplastic	بلاستيك مجهري
microRNA	حمض ريبي نووي مجهري (مايكرو)
microwave resonator	رنان مايكروويفي
Mid-Atlantic Ridge (MAR)	حيد منتصف الأطلسي
Mitochondria	الميتوكوندريا = حُبَيباتٌ خَيطِيَّة (المُتَقَدِّرات)
mitochondrial DNA (mtDNA) = «mtDNA»	الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا
Mitochondrial gene	جينات مُتَقَدِّرِيَّة
Mitochondriopathies	اعتلالات متقدمة
molecular clock	الساعة الجزيئية
Molecular libraries program	برنامج المكتبات الجزيئيّة
molecular motor	محرك جزيئي
molecular motor protein	بروتين الحركة الجزيئية
molecular therapy	العلاج الجزيئي
motor adaptation	التأقلم الحركي
multi-isotope imaging mass spectrometry	قياس الطيف الكتلي التصويرى متعدد النظائر
multiple olfactory receptor neurons	الخلايا العصبية متعددة المستقبلات الشَّمِّيَّة

N

nano wires	أسلاك نانوية
nanomachine / molecular machine	آلة جزيئية
Nanomaterials	مواد نانوية
nanomechanical	رنان ميكانيكي نانوي
nanoscale	مقياس النانو

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

Neoplasia	تكون الورم
net sink	بالوعة صرف انبعاثات الاحترار
neurodegeneration	تَنَكُّس عَصَبِيّ
neurodegenerative disorder	اضطراب التلف/ التنكس العصبي
Neuroligin	بروتين غشائي عصبي (الليجينات العصبية)
Neuromodulatory systems	نظم التحوير العصبيّ
neuron doctrine	مبدأ العصبون (الخلية العصبية)
niche	البيئة الملائمة
Niobium	عنصر النيوبيوم
non-Euclidean world	العالَم غير الإقليدي
non-recombining	غير تَأَشُبي/ تهجيني
Novel	غير مألوف ـ جديد
Nucleus accumbens	النواة المستلقية

O

Office of Communications and Education	مكتب التواصل والتثقيف
omics technologies	تقنيات التحليل النطاقي/الخرائطي
oocytes	البويضات
Open-Field test	اختبار المجال المفتوح
optical-trapping	المصيدة الضوئية
optofluidics	بصريات الموائع المنمنمة
Optogenetic manipulation	التلاعب البصري الوراثي
Optogenetics	الوراثيات البصرية
Ornithologist	عالِم طيور
ortholog	نظير
overexpression	فرط التعبير (الجيني)
owl limpet (Lottia gigantea)	بطلينوس البومة (صدفة رخوية)، أو لزيق البومة
oxic zone	المنطقة الهوائية

P

paleosols	«البايليوسولات» أي الرواسب المدلة على التربة المتحجرة، تعرضت للهواء بحكم تعريفها
Palaeontologist	عالم الحياة القديمة (الإحاثة)
Paleobotany	علم النبات القديم، فرع من علم الإحاثة (علم الحياة القديمة)
Palladium	عنصر البلاديوم
Parameterization	تمثيل وسيطي
pelagiphages	عاثيات بحرية
perfluorocarbon	الهيدروكربونات المشبعة بالفلور
permaforest	دائمة التجلد
placode	اللوحاء
Pluripotency	تعدد القدرات
Pluripotent	متعددة القدرات
Polychlorinated biphenyls	مركبات ثنائي الفينيل متعدد الكلور
Polycomb repressive complex 2	المُركب2 القمعي عديد الأمشاط
polyisocyanopeptide	بوليمرات بيبتايد أيسوسيانو المتعدد
polymer gels	هُلامات البوليمر
polymorphism	تعدد الأشكال
polysterene bead	البوليسترين المرصَّع بالخرز
Polytechnic	متعدد التقنيات
postcranial anatomy	تشريح خلف القحف
premotor area	المنطقة الأمام حركية
Priority Pollutant	ملوثات ذات أولويّة
Projection neurons	العصبونات الإسقاطية
prolyl-tRNA synthetase (ProRS)	پروليل الحمض النووي الريبي النقال
Protein-coding single nucleotide variants	المتغيرات وحيدة النيوكليوتيد المشفرة للبروتين
proteorhodopsin	بروتين البروتيورودوبسين
Protoplanetary	كوكبي أَوَّلي دوّار (قرص)
protostar	نجم أوَّلِي
Pygmy	حوت العنبر بيجمي

Q

Quantitative Trait Location (QTL)	موقع صفة كمية (وراثية)
Quarks	جسيمات الكوارك (الذرية)
Quaternary periods	العصور الباردة الرباعية

R

radiation-therapy	العلاج الإشعاعي
recalcitrance	الاستعصاء ـ الجموح
Regenerative medicine	الطب التجديدي/ التعويضي
replacement therapy	العلاج التعويضي
residues	الثُمالِيّات
Retrospective tests	اختبارات استرجاعية
retrotransposon	يَنْقُوْل (جزء من الحمض النووي الجرثومي، ينقل جيناً لمقاومة الدواء) ارتجاعي
retrovirueses	فيروسات ارتجاعية
Rhodium	عنصر الروديوم
RNA-binding proteins	بروتينات مقيدة بالحمض النووي الريبوزي
Romani	غجري
Rougheye Rockfish	السمك الصخري جاف العين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

S

Saccharomyces cerevisiae	خميرة البيرة الفطرية السكرية
Saltpeter	الملح الصخري
Schizosaccharomyces pombe	خميرة انشقاقية
Scientific Advisory Board (SAB)	مجلس استشاري علمي
Seed funding	تمويل أساسي
Self-assembling	ذاتي التجميع
self-renewing haematopoietic stem cells (HSCs)	خلايا التجديد الذاتي الجذعية المنتجة للدم
sensor	حَسّاس، مستشعر، مِجَسّ
Shale gas	الغاز الصخري
Shoe-leather epidemiology	التَّقَصِّي الوبائي الميداني
shrews	الزباب (حيوانات تشبه الفئران)
sic	التأشير على قائمة تَحَرٍّ
sideroblastic anaemias	فقر الدَّم الحديديّ الأرُوْمَات
silica cycling	تدوير السيليكا
Single Nucleotide Variants (SNVs)	المتغيرات وحيدة النيوكليوتيد
single-celled flagellated protozoans	أوليات سوطية وحيدة الخلية
solid-state	الحالة الصلبة
solutionism	مقاربة حلول تقنية
South West Indian Ridge	حيد جنوب غرب المحيط الهندي
Space Colony	مستعمرة فضائية
spatiotemporally chaotic flows	التدفق الفوضوي زمانيًّا ومكانيًّا
Spectrometrist	عالِم في قياس الطيف
Sperm whale	حوت العنبر
spines	الشوكات
spintronic	مغزليّ
Spliceosome	المُضَفِّرة
Start-ups	شركات ناشئة
stem induced pluripotent	الجذعية متعددة الفاعلية المُحفَّزَة
Structural Biology	علم الأحياء البنيوي
Structural genomics	الجينوميّات البنيويّة
subtype-selective	أنواع فرعية انتقائية، نُمَيْط انتقائي (في تصنيف الأحياء)
Supercell storm	عاصفة رعدية يتخللها إعصار
synaptic junctions	وصلات / تقاطعات مشبكية (عصبية)
Systematic review	مراجعة منهجية

T

technophile	مغرم تقني
Telomerase	إنزيم التيلوميريز
Tetratricopeptide	تكرارات تيتراترايكوبيبتايد - رباعي ثلاثي المشارك الببتايدي - تكرار المجال الذي يحتوي على البروتين
the Relativistic Heavy Ion Collider	مصادم الأيونات الثقيلة النسبوية
thermophoresis	استجابات الجسيمات الحرارية المتفاوتة
Time Lapse Photography	التصوير المتداخل زمنيًّا (لقطات متداخلة زمنيًّا)
transcriptional silencing	خُمود / إسكات الاسْتِنْساخ
transcriptomics	النسخوميات
transdifferentiation	التمايز التحولي
Transduction	التنبيغ
Transhumanism	عبر الإنسانيّة
treadmill	طاحونة الدوس

U

Ubiquitination	اليوبَيْكَنَة
UK National Oceanography Centre	المركز الوطني لعلم المحيطات بالمملكة المتحدة
Ultra Luminous X-rays	الأشعة السينية فائقة التألق
Umami	أومامي: طعم لاذع لطيف
UN-IPCC	لجنة الأمم المتحدة الحكومية المعنيَّة بتغيُّر المناخ
United Nations' Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals	النظام العالمي للأمم المتحدة لتصنيف وتسمية الكيمياويات
upregulation	زيادة التنظيم /التقنين

V

vasculature	الجديلة الوعائية
Venture capital firms	شركات رأس المال الاستثماري
Visioneers	الحالمون
visual cortex	القشرة الدماغية البصرية
visuospatial	الإبصاري
Vitelloginin	فيتولجينين

X

xenotransplantation	زراعة الأعضاء بين الأنواع المختلفة

Z

Zebrafish	سمكة الزّرد

أخرى

2-heptanone	2-هيبتانون

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الانفصاليّون

عنصر راديكالي

ك. جيه. كابازا

كان آخر شيء تذكرته هو المقعد الساخن، والكابل الرمادي فئة CAT-15، المثبت بإحكام في مقبس الكهرباء في جمجمتي. وكنت أعرف ما يعني ذلك.

دلفت إلى السرير.. اشتم جسمي الجديد الموحد رائحة الشاحنة الواقفة وتحرك بسذاجة خرقاء.

قالت سارة: «سيارة مفخخة...».

نظرتُ إلى أعلى.. وقفت إلى جانب سريري، كأنها طبيب شرعي، محدقة ـ بغير مبالاة ـ إلى قطعة أخرى من اللحم. كانت لهجتها صريحة، وكان وجهها كحَجَر غير مبالٍ «بعيدًا عن سميثسونيان.. الانفصاليون مرة أخرى».

التفتُّ بعيدًا عن عينيها الميتة. وحتى بعد كل هذا.. أجدُ أنّ كراهيتها هي الشيء الذي يقتلني. أعرفُ أن استمراري أسطورة.. أنا لا شيء.. مجرد مقلد. ولكن عينيها لا تُخبر بشيء أبدًا «على الأقل لديَّ الأثر». يقولون: «أنت وحش.. شبكة لحم مسبقة الصنع، مختومة بوجه زوجي المتوفى».

قلت: «آه».

انتظرنا الطبيب في صمت.



JACEY

في غضون 15 يومًا عدت إلى الحياة، مرتديًا حلة رمادية داكنة، وربطة عنق حمراء، مبتسمًا وواثقًا.. وبلهجة دافئة، لكنها حادة. سارة إلى جانبي، وإحدى يديها في ذراعي، مبتسمة.. مبتسمة دائمًا. كيف يمكن أن نستمر طويلاً على هذا المنوال؟ «سيدي الرئيس، كيف تشعر؟ سيدي الرئيس، هل أنت ذاهب لإعادة فتح محادثات مع ألاباما؟ سيدي الرئيس، كيف ترد على مزاعم الإرهاب ضد كونفيدرالية تكساهوما؟

بينما كنت في الخارج، فاتني انفصال جنوب ولاية ميسوري. قال أمين السلامة الوطنية إنهم غادروا قبل تسعة أيام، مصدرين بيانًا مع عناصر مألوفة الآن: حان الوقت لترك أمةٍ كانت يومًا عظيمة، سقطت في انهيار اجتماعي ومالي شديد، منقسمة جدًا إلى حد القتال من أجل ما كنا نحتاج إليه. حان الوقت لشيء راديكالي. قال الوزير: «وبالمناسبة، يثير ما يُسمى برئيس حكومة جنوب ولاية ميسوري الغضبَ من أجل الحرب».

«في مثل هذه الأوقات..»، قال د. راماران، بعد مدح بقائي المؤقت (عملية فينيكس): «يبدو أن الرئيس لا يُمَسّ».

ذات ليلة ذهبت سارة لتخلد للنوم، بينما كنت مستيقظًا.

قالت: «نِك»

«نعم؟»

دب الظلام من حولنا، حيث كانت تتسلل تحت الأغطية. كان صوتها بعيدًا.. كانت متحدثة إلى الجدار في ظهري بدلاً مني، «قبل أن تموت المرة الأخيرة».

«لا».

توقفت. كنت أعرف أنني قلت الشيء الخطأ، ولكن كيف يمكن أن أقول أي شيء آخر؟

استمرت سارة. «اتصلت بي والدتي للحديث عن لاسي. جلست أنا وأنت في الحديقة لفترة من الوقت».

توقعت مني أن أومئ برأسي. هكذا فعلت.

«وأثنيت أنت على رئيسة ترانسنيستريا بخصوص عطرها».

أمسكت لساني. استمرت هي في الحديث، واضعةً اللحظات غير المهمة في صف له عناية خاصة، كما لو أن ترتيب وقوعها يمكن أن يعطي لها أي معنى. مثلما كنت أفعل دائمًا.. تظاهرتُ بأنها كانت تستخلص المعلومات مني حول النهايات المفتوحة المتراكمة منذ النسخة الاحتياطية الأخيرة، وهي ليست تذكرني مرة أخرى، بكل وسيلة ممكنة، بما فقدته هي.

آلت قائمتها الطويلة إلى لا شيء. ومرت دقائق بلا جدوى. كان كلٌّ منا يستمع إلى أنفاس الآخر، التي كانت الدليل الوحيد على وجودنا.

قلت: «أنا آسف».

ردت بحيادية: «أعرف».

استطردت: «لو كان الأمر بيدي...»

«ليس كذلك».

كررتُ الجملة «لو كان الأمر بيدي»، ثم أعقبت: «كنت سأهرب معكِ بعد المرة الأولى.. أو ربما هكذا كان يجب عليَّ أنْ أفعل بأي شكل من الأشكال تبًّا للعواقب».

انجذبت البطانيات عندما نهضت جالسة. «أنت تعني أنّ الأول منكم كان يجب أن يقوم بذلك».

«سارة، ماذا يمكنني أن أفعل؟»

«يمكنك إحضار زوجي مرة أخرى».

«سحقًا...»

قالت: «يمكنك أن تموت، ولكن نسخة من نسخة الجيل السادس ستأخذ مكانك فقط. كان يمكن أن تُطلقني، ولكنّ الانفصاليين سيكونون في كل مكان. كان يمكنك حتى أنْ تُفَجِّر ذلك المختبر الملعون. إنهم لم يعترفوا بعد بالسماح للتحولات الذهنية لدى البشر مع أي شخص آخر غيرك. كم تخطط للاستمرار على هذا المنوال؟»

«أتدري؟ كان بإمكانك قتلي. بالاضافة إلى أنك.. (وهنا خَفُتَ صوتُها) في كل مرة.. تأتي نسخة أخرى منك إلى منزلي».

«سارة...»

«كان يمكن أن أعيش مع ذلك بعد أول مرة، يا نِك. عندما كانت نسختك الأولى خائفة بقدر ما؛ كنت خائفة، ولا أحد منا يعرف ماذا يعني كل ذلك، وهو يعتقد أنه لم يكن الشخص نفسه، لكني لا أعرف الآن مَنْ تكون».

«أنا أعلم أنني لست الشخص نفسه، لكن...»

«أنت ـ في الأغلب ـ لست قريبًا منه، يا نِك».

عند ذلك فقط بدأت في البكاء. «أنت لست قريبًا بما يكفي على الإطلاق».

تركتُ السرير، وغادرت الغرفة، وتظاهر العملاء بالخارج أنهم لم يسمعوا نحيبها.

ذهبتُ إلى المختبر في تلك الليلة، وحدي. أستطيع أن أقول بأني لم أعرف ما كنت أفكر فيه، ولكن كان هذا الأمر كذبًا. كنت أفكر في سارة».

كانت المدرعات الواقفة تنتظرني في مكانها. كانت كيانات صلعاء شبيهة بالبشر. كانت إحداها بالفعل مهيّأة، ووجهي مطبوع عليها. وضبطت تلك المدرعة للتفريغ.

ألقيت بالجسم على سرير، وأدخلت الكابل فئة CAT-15 في المقبس في قاعدة الجمجمة، ودخلت إلى جهاز الكمبيوتر الساخن، حيث كانت توجد كل الملفات الاحتياطية الخاصة بإدراكي. وجدتُ أقدم تكتل يعطي علامة على أنه «مستخدَم» - هو الوحيد الذي قالت سارة عنه إنها يمكن أن تعيش معه ـ وأعددتُ التحميل.

وبينما كنتُ أنتظر.. كتبتُ مذكرةً له على قصاصة من ورق.

«اهرب مع سارة. حان الوقت لعمل شيء راديكالي». ■

ظهرت أعمال **ك. جيه. كابزا** في مجلة «إف آند إس إف» *F&SF*، ومجلة «ديلي ساينس فِيكشَن» *Daily Science Fiction*، ومجلة «بينيث سيسيلِس سكايز» *Beneath Ceaseless Skies*، وفي مجلة «إيه إي» *AE* الكندية للخيال العلمي، وفي مطبوعات أخرى. ويمكنك زيارة موقعه التالي: www.kjkabza.com، أو متابعته على تويتر @KJKabza

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية